Medical Library
Homage of the author
F. Semeleder
Mex° Sept 18th of 1879

MANUAL

DE

ELECTROTERAPIA

POR EL DOCTOR

F. SEMELEDER.

Reimpreso de la "Gaceta Médica"
periódico de la Academia de Medicina de México.



MÉXICO

IMPRENTA DE IGNACIO ESCALANTE,
BAJOS DE SAN AGUSTIN, NUM. 1.

1878

MANUAL

DE

ELECTROTERAPIA

POR EL DOCTOR

F. SEMELEDER

CATEDRÁTICO ADJUNTO DE LA UNIVERSIDAD DE VIENA,
SOCIO DE LA IMP. Y REAL SOCIEDAD MÉDICA DE VIENA, DE LA SOCIEDAD MÉDICA DEL PANTHÉON DE PARIS,
DE LA ACADEMIA DE MEDICINA DE MÉXICO Y DE LA SOCIEDAD MÉDICA DE LA CIUDAD Y EL CONDADO DE NUEVA-YORK, ETC.

MÉXICO

IMPRENTA DE IGNACIO ESCALANTE,
BAJOS DE SAN AGUSTIN, NUM. 1.

1878

ALGUNAS personas amigas y competentes eran de parecer, que un tratadito sobre el uso de la electricidad en la Medicina podria ser de oportunidad y de utilidad. Animado por estas opiniones, he emprendido mi trabajo, que ya tenia meditado desde mucho tiempo, y cuyo único objeto, así como mi único deseo al hacerlo, es estimular el estudio de un ramo importante de la Medicina, que entre nosotros, hasta ahora, no ha merecido toda la atencion á que es acreedor, pues los dos objetos esenciales de la Medicina, el Diagnóstico y la Terapéutica, se encuentran notablemente enriquecidos y adelantados por la aplicacion de la electricidad.

Efectivamente, no hay otra potencia capaz, como la electricidad, de producir fenómenos tan variados, mecánicos, térmicos, ópticos, químicos, magnéticos y eléctricos. Pero, además de todo esto, en su aplicacion al organismo humano produce muchos otros fenómenos complicados, sensaciones luminosas en los ojos, auditivas en el oído, gustativas en la lengua, sensaciones de tacto y de temperatura en el cutis, y hasta al olfato se hace perceptible su poder. Un célebre fisiólogo dijo: Que los fenómenos vitales de los nervios, si no son debidos á la electricidad, á lo ménos se le parecen completamente. La electricidad, pues, es el *único agente* capaz de producir casi en todos los órganos efectos adecuados y específicos.

Será inevitable tocar algunos puntos de física que, si nos eran familiares en un tiempo, despues han sido envueltos en el remolino de la vida agitada del médico práctico, y, sin embargo, tendrémos que recapitular algunos axiomas para formar la base de los estudios que van á ocuparnos. Ha habido siempre el grave inconveniente de que algunos de los médicos que escribieron sobre electroterapia no han tenido conocimientos sólidos de física, miéntras que los físicos no pueden cultivar este ramo de la medicina por carecer de la educacion especial. De ahi resultaron varios errores y el uso de términos impropios.

Muchas personas han contribuido á elevar la ciencia de la electroterapia á la altura que, á pesar de sus imperfecciones, actualmente ocupa. Los Alemanes y los Franceses han sido los principales cultivadores de la nueva doctrina: á los primeros se debe el estudio de la corriente contínua, la galvanocáustica y la electrolizacion médica; á los últimos, el uso de la faradizacion y la electrizacion localizada.

De la literatura sobre la materia, que ya es bastante copiosa, he consultado cuanto ha estado á mi alcance:

Middeldorpff, Dic Galvanokaustik, Breslau, 1854.

Jaccoud, Artículo: Electricité, en: nouveau dictionnaire de médecine et chirurgie. vol. 12, Paris, 1870.

Beard y *Rockwell*, A practical treatise on the medical and surgical uses of electricity, New York, 1871.

Duchenne (d. B.), De l'électrisation localisée, Paris, 1872.

Onimus y *Legros*, Traité de l'électricité médicale, Paris, 1872.

Cyon, Principes d'Electrothérapie, Paris, 1873.

J. Althaus, A treatise ou médical electricity, London 1873.

M. Meyer, Electricity in its relations to practical medicine (traducido del aleman por Hammond), New York, 1874.

F. Fieber, Bericht, Wiener allg. mediz. Zeitung, 1874.

Zech, Die Fysik in der Electrotherapie, Tübingen, 1875.

M. Benedikt, Nervenpathologie and Electrotherapie, Wien, 1876.

M. Rosenthal, Electrotherapie, Wien, 1876.

Bottini cav. *Enrico*, La galvanocaustica nella pratica chirurgica, Milano, 1876.

R. Lewandowsky Anwendung der Elektrizität in der praktischen Heilkunde, Wien, 1877.

St. Meunier, Metalloscopie et metallothérapie, Journal d'Hygiène, n. 39, 1877.

Mundé Paul, M. D., The Value of electrolysis in the treatment of ovarian tumors, Gynecological transactions, New York, 1878.

Beetz, Grundzüge der Electrizitätslehre, Stuttgard, 1878.

L. J. Teissier, de la valeur thérapeutique des courants continus, Paris, 1878.

Charcot, Metalloscopie et metallothérapie, Gazette des hôpitaux n. 28, 30, 31, 1878.

Bouchut, idem, ibidem, n. 46, 1878.

Se verá que para mi trabajo sirvió de modelo la Memoria del Dr. Lewandowsky, publicada en Viena, á fines del año pasado, en una coleccion intitulada: «Wiener Klinik;» veráse tambien, que he dado mucha más extension á la parte práctica, y que, aprovechando otros trabajos, ajenos y propios, mi Manual adquirió mucho mayor volúmen que el modelo.

No hablaré con la autoridad del especialista, sino simplemente como puede tratar este asunto el que ha dedicado algun tiempo á esta clase de estudios: ofrezco poco nuevo y mio; pero he procurado reunir lo bueno, lo comprobado y lo necesario para mis compañeros, teniendo siempre presentes las dificultades con que yo mismo he tropezado en mis estudios.

Vaya, pues, mi trabajo encomendado á la indulgencia del lector.

México, Setiembre de 1878.

El Autor.

Naturaleza y orígenes de la electricidad.

Para explicar la naturaleza de la electricidad se supone la existencia en los cuerpos de uno ó dos fluidos imponderables. Repartidos éstos en ciertas direcciones, ordenados, representan, segun esta teoría, el estado eléctrico; provocar esta reparticion y ordenacion en un cuerpo, se llama ponerle en estado eléctrico, electrizarle. A esta teoría corresponden los términos técnicos, las explicaciones y los cálculos usados.

Estas ideas acerca de la electricidad pertenecen á una época en que se suponian tambien fluidos imponderables especiales para el magnetismo, la luz, el fuego, el calor, etc. (el fluido magnético, el éter luminoso, el flogiston, el calórico, etc.)

Todos los fenómenos que llegamos á conocer dependen de movimientos; de consiguiente la causa de la electricidad tambien debe ser un movimiento. Movimientos de las moléculas y de los átomos constituyen el sonido, el calor, la luz, el quimismo, el magnetismo y la electricidad. Varios experimentos demuestran que la electricidad consiste en un movimiento determinado de la masa del cuerpo eléctrico. Cuando se imanta una varilla de hierro dulce por la influencia de una corriente eléctrica, da un sonido muy marcado en el acto de cerrarse ó de interrumpirse la corriente; es decir, que la electricidad ha producido un movimiento vibratorio longitudinal de las moléculas del hierro, lo que no podria suceder si la misma electricidad no consistiese en vibraciones de las partículas infinitamente pequeñas de la materia.

Es un hecho conocido que los alambres de los telégrafos con el uso se alargan y se hacen más frágiles, es decir, que ha tenido lugar un cambio en la constitucion molecular del alambre.

Otra prueba de este carácter de la electricidad es que segun las investigaciones exactas de *Franz* y *Wiedemann* (1853), todos los cuerpos tienen la misma conductibilidad para el calor y la electricidad, y que, segun los estudios de *Coulomb* 178$\frac{4}{5}$, la accion directa de la electricidad disminuye en razon directa del cuadrado de la distancia, lo mismo que sucede con la gravitacion, la luz, el sonido, etc.

Si, como tenemos dicho, la naturaleza de la electricidad consiste en un movimiento, tambien el orígen de ella debe ser un movimiento.

El ámbar (ἤλεκτρον) se hace eléctrico por el *frotamiento*, hecho conocido desde muy remotos tiempos, y hoy dia se sabe que en todos los cuerpos por el frotamiento se puede despertar la electricidad. Muchos otros procedimientos mecánicos pueden desarrollarla, por ejemplo la *presion*. El papel de máquina, al salir de entre los cilindros, está cargado de electricidad negativa.

La *exfoliacion* de muchos cuerpos, sobre todo de los cristales, es acompañada de fenómenos eléctricos.

Las *acciones químicas* pueden desenvolver la electricidad. En 1789 *Galvani* descubrió la electricidad por contacto, que recibió su legítima definicion por Volta en 1799. El movimiento que en ella tiene lugar es la accion química.

En 1821 descubrió *Seebeck* la termo-electricidad, desenvuelta al *calentar* las soldaduras de dos metales diferentes. Varios metales al calentarse se hacen eléctricos. Al evaporarse una cantidad de agua en un vaso aislado, el vapor revela electricidad positiva y el vaso electricidad negativa.

Faraday en 1831 descubrió que en un carrete de alambre aislado se desenvuelve electricidad cada vez que se le acerca un imán ó que se retira de él. *(Induccion por los imanes.)*

Si por una parte la causa de la electricidad es un movimiento y por otra parte su efecto es un movimiento, la misma electricidad debe tambien desenvolver la electricidad. En un conductor metálico, un carrete de alambre aislado, se desenvuelve electricidad cada vez que en otro conductor distante y aislado se produce ó cesa el estado eléctrico *(induccion por las corrientes)*, *Faraday*, *1831*. La clase de movimiento que constituye la electricidad, segun el estado actual de nuestros conocimientos, debe colocarse entre el movimiento que produce la luz y el que produce el sonido.

En consecuencia la luz y el sonido son los vecinos inmediatos de la electricidad y pueden producirla á su vez. Sumérjanse dos láminas iguales de platino en ácido nítrico concentrado y reúnanse por un alambre y no se podrá encontrar ningun vestigio de electricidad. Sombréese ahora una de las láminas, miéntras que la otra queda expuesta á la luz del sol, y luego se manifiesta una corriente eléctrica.

Al formarse las figuras vibratorias de Chladni se desenvuelve electricidad en las líneas nodales. Dijimos que todos los fenómenos vitales son debidos á movimiento. Consistiendo, como nos hemos esforzado en comprobar, la naturaleza de la electricidad en fenómenos de movimiento, se deduce que los fenómenos vitales tambien deben originar la electricidad. Algunos peces, como la tremielga, el siluro, el gimnoto, etc., poseen órganos eléctricos, que muy bien pueden compararse con las pilas de Volta. Estos animales pueden, miéntras vivan y cuando se irriten, voluntariamente descargar golpes eléctricos comparables á los de la botella de Leiden y que les sirven de arma ofensiva y defensiva. Esta clase de electricidad se llama la *animal*.

Nobili introducia los miembros crurales de una rana preparada en una cáp-

sula llena de agua salada y luego los nervios lumbares en otra, llena de una disolucion semejante; y cerraba el circuito, introduciendo en cada càpsula la punta del alambre de un galvanómetro muy sensible y obtuvo así una corriente que se dirigia desde los piés á la cabeza del animal y que él llamó la *corriente propia* de la rana.

Dubois-Reymond ha dado á conocer sus investigaciones sobre las *corrientes musculares* en el hombre. Una persona metió una mano en un vaso lleno de agua salada y la otra en otro vaso lleno de una solucion igual; cerróse luego el circuito por medio de un galvanómetro multiplicador muy sensible y no se manifestó ninguna corriente. Mas apénas la persona contrae los músculos de un brazo ó solo un dedo de una mano, se puede reconocer la presencia de una corriente de electricidad.

Así los fenómenos vitales, como acabamos de ver, dan orígen à la electricidad y el cuerpo humano en estado de salud posée constantemente una cantidad de electricidad positiva libre que gira alrededor de él en la direccion *dextrorsum*. Lo mismo tiene lugar con los animales. Algunos de ellos poseen grandes cantidades de electricidad libre, como los venados, los perros y los gatos.

Siempre que la electricidad del organismo sufre alguna alteracion por una variacion en el estado eléctrico de la atmósfera, como cuando se prepara un temporal, experimentamos una sensacion molesta.

En la atmósfera constantemente existe el *Ozono*, aunque en diferentes proporciones segun los lugares y las estaciones. El ozono fué descubierto en 1839 por *Schönbein*. Él es el oxígeno eléctrico, en estado naciente y de triple condensacion. Su presencia se manifiesta por su olor; él es el agente oxidante y desinfectante más poderoso. La causa más eficaz de su generacion es la electricidad atmosférica, no la que aparece bajo la forma de chispas ó relámpagos, sino la que se esparce en efluvios oscuros.

Todos los fenómenos atmosféricos, los temporales, los huracanes, la aurora boreal, etc., son debidos à la electricidad.

Con mucha justicia dice un sabio: «Los fenómenos eléctricos son las mani« festaciones de la vida del globo terrestre y del océano atmosférico que le rodea.»

Aparatos para desenvolver mayor cantidad de electricidad.

Aunque todo movimiento puede desenvolver la electricidad, para la aplicacion práctica sin embargo tenemos que recurrir á aquellos procedimientos que nos la suministren en mayor cantidad; tales son: *el movimiento mecánico*, ELECTRICIDAD POR FROTAMIENTO, *el quimismo*, ELECTRICIDAD POR CONTACTO, *el calor*, TERMO-ELECTRICIDAD, *el magnetismo y la electricidad*, INDUCCION POR IMANES Y VOLTAICA (por las corrientes).

Conforme al modo de producir la electricidad es tambien diferente su clase, y segun su duracion y efectos distinguimos tres formas:

1. *La electricidad estática*, cuyo efecto es momentáneo, como un golpe ó una explosion (electricidad por frotamiento).

2. *La electricidad dinámica* ó *corriente*, cuyos efectos se asemejan á una presion ó traccion contínua y homogénea (electricidad galvánica y térmica).

3. *La electricidad inducida*, que viene á colocarse entre las dos primeras, formando una corriente interrumpida compuesta de muchas intermisiones y repeticiones de electricidad estática.

Una calidad comun á las tres clases es la *Polaridad*. El más sencillo de los electroscopios que sirven para conocer que un cuerpo está electrizado es el péndulo eléctrico que es una esferita de médula de saúco suspendida de un pié de vidrio por una hebra de seda. Cuando se le presenta un tubo de vidrio, frotado por un pedazo de paño, hay primero atraccion y en seguida, despues del contacto, repulsion, y lo mismo sucede con una barra de lacre frotada con piel de gato. Pero si, miéntras es repelido el péndulo por el vidrio, se le aproxima la resina, atrae ésta vivamente la esferilla de saúco, así como si al péndulo rechazado por la resina, despues de haberla tocado, se presenta el cilindro de vidrio, hay una fuerte atraccion: es decir, que *un cuerpo rechazado por la electricidad del vidrio, es atraido por la de la resina* y reciprocamente.

En estos hechos se funda la suposicion de dos electricidades antagonistas la una de la otra; y como este antagonismo en la matemática se expresa convencionalmente por positivo y negativo, ha recibido la primera el nombre de *electricidad vítrea* ó positiva, y la segunda de *electricidad resinosa* ó negativa.

Las diferencias polares se manifiestan con mucha frecuencia en los fenómenos eléctricos. Toda electricidad que tiene las propiedades de la del vidrio se llama positiva, la contraria negativa.

El experimento citado del péndulo nos enseña tambien que la electricidad puede pasar de un cuerpo á otro (comunicacion), ó puede desenvolverse en un cuerpo al acercársele otro cuerpo electrizado (influencia).

En algunos cuerpos se propaga la propiedad eléctrica con mucha facilidad, como en los metales, en el aire húmedo, etc., esos se llaman buenos conductores de la electricidad; otros trasmiten mal el movimiento eléctrico, como el aire seco, la seda, el vidrio verde, la resina, esos se llaman comunmente malos conductores ó aisladores.

Aun en los buenos conductores el modo de repartirse la electricidad es distinto, segun la clase de ella: la electricidad *estática* se limita á la superficie de los cuerpos; la *electricidad dinámica* se reparte en los cuerpos en toda su extension, aunque en su mayor parte busque el camino más directo; la *electricidad inducida* en su modo de reparticion en los cuerpos ocupa un término medio entre las dos primeras.

La electricidad desenvuelta en un cuerpo continúa como movimiento eléctrico,

ó se traspone en otras formas de movimiento: en calor, en luz, en sonido, en magnetismo, en quimismo, etc. Algunas veces, cuando las circunstancias son excepcionalmente favorables, la electricidad se trasforma en varias otras formas de movimiento en un mismo tiempo.

La chispa eléctrica, por ejemplo, nos presenta en un mismo tiempo luz, calor y sonido. Para evitar la rápida trasformacion de la electricidad en otras formas de movimiento, el cuerpo conductor, á que se trata de conservar su estado eléctrico, se rodea, se soporta ó se suspende por otro cuerpo mal conductor, es decir: *se le aisla*. El movimiento eléctrico en un cuerpo se trasforma luego en otro movimiento, cuando esto no se impide artificialmente: por esa circunstancia el estado eléctrico permanente de un cuerpo puede considerarse como un estado forzado y llamarse *tension eléctrica*.

La tension de la electricidad estática ó inducida es mayor que la de la electricidad dinámica. El poner un cuerpo en estado de tension eléctrica se llama *cargarle* de electricidad: la trasformacion de electricidad en otra forma de movimiento, la destruccion de la tension eléctrica se llama *descargar*.

La electricidad se aumenta y adquiere mayor tension en los puntos y en los cantos de cuerpos conductores y se comunica con mayor facilidad á otros cuerpos. Este *poder de las puntas* se aprovecha algunas veces (peines, punta, brocha eléctrica etc.), ó se evita, dando á los instrumentos una forma redondeada.

El antagonismo de la electricidad positiva y negativa descansa sobre las direcciones opuestas del movimiento de las partes infinitamente pequeñas de la materia. Encontrándose en un cuerpo las dos electricidades en igual cantidad, los movimientos contrarios se oponen, *las electricidades se compensan*. Doquiera se manifiesta la electricidad, en un mismo tiempo y en un mismo lugar no puede haber más que *una* electricidad: la contraria encuéntrase en otra parte del cuerpo ó es comunicada á otro cuerpo. En la electricidad dinámica corriente la electricidad positiva siempre precede en la direccion de la corriente, de consiguiente cada partícula del conductor en que circula la electricidad, es electro-positiva en la direccion de la corriente, y electro-negativa en la direccion opuesta.

De los aparatos que sirven para producir mayores cantidades de electricidad, citarémos primero *la máquina eléctrica* que desarrolla más ó ménos *electricidad estatica*. Inventada en 1650 por *Guericke*, perfeccionada por *Planta* en 1755, ha sido modificada por *Ramsden*, *Streper*, *Nairne*, *Van Marum*, *Winter*. La electricidad viene á desprenderse por la rotacion de un disco de vidrio frotado por cuatro almohadillas de cuero. La electricidad positiva pasa por medio de unas puntas ó *peines* á un globo metálico (conductor); la negativa pasa por el aparato al suelo.

En la *máquina eléctrica de influencia*, inventada por *Holtz* y *Töpler* en 1865, la electricidad se desenvuelve por la induccion de un cuerpo electrizado ántes.

Delante de un platillo fijo de vidrio barnizado con goma laca, gira otro platillo de vidrio barnizado tambien. El platillo fijo tiene dos aberturas en un mismo diámetro, en las cuales se presentan las puntas de dos lengüetas de papel, pegadas en la cara exterior del platillo fijo. Estas dos lengüetas se electrizan primero, una positiva y otra negativamente. Esta electricidad inducida obra *por influencia* sobre el platillo que gira y desarrolla en ello la electricidad que pasa á un conductor por unas puntas que se encuentran enfrente del platillo giratorio y de las lengüetas. En la revolucion del platillo la electricidad contraria se comunica á la otra lengüeta, el platillo fijo vuelve á ser electrizado, etc. Dando vueltas con mucha violencia al plato giratorio se produce una especie de corriente intermitente.

Otra manera de desarrollar grandes cantidades de electricidad es por *acciones químicas (electricidad por contacto)*. *Galvani* en 1786 observó que poniendo en contacto los nervios lumbares de una rana muerta, por medio de un arco metálico, con los músculos crurales, se contrajeron éstos. *Galvani* atribuyó el fenómeno á la electricidad animal. *Volta*, fundado en que la contraccion muscular es mucho más enérgica cuando el arco se compone de dos metales, reconoció que á los metales era debido el papel principal en el fenómeno; probó que dos láminas de metales distintos (*electro-motores*, conductores de primera clase) en contacto con un líquido (*electro-conductor* de segunda clase), poseen tension eléctrica, y que en el acto de reunir las dos láminas por un conductor metálico (*arco de la oclusion*) se establece una *corriente* eléctrica continua que pasa de un metal á otro en el líquido y del segundo metal al primero por el alambre que cierra el circuito. En este experimento uno de los metales posée electricidad positiva y el otro negativa. Pero no es indiferente cuáles sean los electro-motores, y cuál el conductor y el líquido, pues algunos metales en su combinacion dan mayores cantidades de electricidad que otros. Fundándose en esta propiedad se ha establecido la siguiente série de los electro-motores: zinc, cadmio, estaño, hierro, bismuto, arsénico, antimonio, níquel, cobre, plata, oro, platino, grafita, coaks (carbon) y manganesa. Cada uno de estos cuerpos puesto en contacto con el que sigue, es positivo y negativo puesto en contacto con el que le precede en la serie, y la tension eléctrica es tanto mayor cuanto más disten en la serie los dos electro-motores.

Un sistema compuesto de dos electro-motores, de un líquido conductor y de un alambre conjuntivo, se llama un elemento galvanico ó una pila de un solo par; la combinacion de varios de estos elementos constituye una pila de columna ó una batería. La primera pila de columna fué construida en 1800 por *Volta;* se compone de una serie de discos colocados unos sobre otros en este órden: un disco de cobre, otro de zinc, una roldana de paño empapada en agua acidulada, luego otro disco de cobre, otro de zinc, una nueva roldana de paño y así sucesivamente. Reuniendo el primer disco de cobre con el último de zinc por un alambre conjuntivo, se establece una corriente eléctrica, que párte del cobre y pasa

por el alambre al zinc y de éste por la pila al cobre. Por inconvenientes prácticos *Volta* abandonó pronto esta combinacion y adoptó una construccion nueva. Cada elemento compuesto de una lámina de cobre y otra de zinc es sumergido en un vaso lleno de agua acidulada con ácido sulfúrico y la lámina de zinc de cada elemento es reunida por un alambre con la lámina de cobre del vaso siguiente (*pila de vasos*). Esta pila ha recibido varias modificaciones. Para evitar el inconveniente que tiene de que los pedazos de paño comprimidos por los discos metálicos dejen escapar el líquido que los empapa, *Cruishank* inventó en 1802 el *aparato de artesa*, que consiste en una caja rectangular de madera, cubierta interiormente de una capa de betun aislador. Los elementos formados cada uno de una lámina de cobre y otra de zinc, soldadas entre sí y fijas en el betun, forman otras tantas celdillas en que se vierte agua con ácido sulfúrico.

Wollaston modificó en 1815 la pila de vasos, fijando todos los elementos en un marco de madera que puede bajar entre 4 sustentáculos, y subir cuando ya no se quiere que funcione la pila.

En todos estos elementos la corriente circula en el líquido del metal electro-positivo (zinc) al metal electro-negativo (cobre), y de éste por el alambre conjuntivo vuelve al zinc. En el elemento la parte sumergida del zinc es positiva y la parte sumergida del cobre es negativa: fuera del líquido, en el alambre, al reves la punta que corresponde al cobre es positiva y la que corresponde al zinc es negativa.

Estas puntas que corresponden á los electro-motores se llaman *polos:* el polo positivo se llama tambien *ánodo* y el negativo *kátodo* (*Faraday*).

Los hilos metálicos fijos en los polos y cuyos extremos representan los polos denomínanse *electrodos ó reóforos*.

Todos los líquidos atravesados por una corriente eléctrica sufren una descomposicion química. Esta se llama, segun *Faraday*, *electrólisis* ó *electrolizacion;* el líquido que se descompone se llama *electrólito:* los elementos metidos en el líquido *electrodos*. El electrólito por el efecto de la corriente se descompone y forma los *iones*, de los que el electro-positivo, *kation*, va al polo negativo (*kátodo*), y el electro-negativo *anion* va al polo positivo (*ánodo*). En la electrolizacion del agua se desprende el oxígeno electro-negativo que va al ánodo positivo, y el hidrógeno electro-positivo que va al kátodo negativo.

Acabamos de ver que el contacto de metales con líquidos desarrolla electricidad; lo mismo sucede al contacto de metales con gases. Desde 1801 *Davy* estableció la ley que dos láminas de la misma clase se hacen electro-motores, luego que estén metidos en líquidos ó gases *diferentes*. Lo mismo tiene lugar en la pila de Volta y en todas sus modificaciones. Por la electrolizacion se descompone primero el agua; el oxígeno, el negativo, va á la lámina de zinc positiva, y el hidrógeno, el positivo, va á la lámina de cobre negativa; por el contacto de esos gases con los metales se forma otra corriente que va del hidrógeno positivo (lámina de cobre) al oxígeno negativo (lámina de zinc), siguiendo una direc-

cion contraria á la de la corriente principal. Esta nueva corriente, debida á la electrolizacion del agua, denomínase *corriente de polarizacion* que, siendo contraria á la corriente principal, la debilita y la anonada finalmente. Esta es la razon de la diminucion progresiva de la cantidad de electricidad, de la *inconstancia* de todos estos elementos.

Conforme á la ley de *Davy* unas láminas del mismo metal se hacen electromotores tan pronto como están en contacto con dos líquidos diferentes; así, el platino y el hierro, sumergidos en ácido nítrico concentrado, entran en estado pasivo y se hacen electro-negativos con el platino y el hierro sumergidos en agua ó en ácido sulfúrico diluido.

Ritter en 1803 descubrió que dos láminas del mismo metal sumergidas en agua, que de por sí no tienen ninguna propiedad electro-motriz, la adquieren tan pronto como una corriente ha pasado por ellas y ha hecho depositar en sus superficies los diferentes *iones*.

Esta circunstancia, así como la corriente de polarizacion y la *relacion pasiva* del hierro en el ácido nítrico con el hierro en el ácido sulfúrico, han sido utilizadas con frecuencia para la construccion de baterías eléctricas.

Todas las baterías mencionadas suministran corrientes contínuas, pero *inconstantes*. Cuando se trata de disponer de cierta cantidad *constante* de electricidad corriente, tenemos que hacer uso de las *pilas ó baterías constantes*. Su construccion descansa sobre la inmersion de los dos electro-motores en líquidos diferentes, separados por unos diafragmas ó tabiques porosos, de tierra de pipa poco cocida, de carton, de cuero, de papel-pergamino, de membranas de animales, etc., segun la clase de los líquidos empleados. En estos elementos los gases formados por la electrólisis van al diafragma para formar agua; el oxígeno desarrollado oxida la lámina de zinc, formando óxido de zinc que se disuelve en el ácido sulfúrico y se precipita en forma de sulfato de zinc, miéntras que el hidrógeno va al otro electro-motor y se trasforma allí por el ácido crómico ó nítrico ó por la disolucion del metal. Siendo el electro-motor negativo una lámina de cobre y la disolucion metálica la de sulfato de cobre, esta disolucion es descompuesta: el óxido de cobre es descompuesto en cobre metálico y oxígeno: el primero se precipita sobre la lámina de cobre, y el oxígeno forma agua con el hidrógeno que vino del otro líquido del otro lado del tabique. Las superficies de los electro-motores quedan sin alteracion, metálicas. Así se evita el desarrollo de la corriente de polarizacion y las pilas, así construidas, presentan una constancia notable de intensidad.

Becquerel fué el primero que en 1829 construyó una pila constante: pero despues se ha variado mucho su forma.

La pila de *Daniell* fué inventada en 1836. La construccion de sus elementos es la siguiente: en un vaso lleno de una disolucion saturada de sulfato de cobre se halla sumergido un cilindro de cobre; en lo interior de éste hay un vaso poroso ó diafragma de tierra de pipa lleno de agua acidulada, en la cual está

sumergido un cilindro de zinc. En estos elementos no se desarrolla la corriente de polarizacion, pero la batería no es muy constante por las variaciones de saturacion de los conductores líquidos y tiene que ser desarmada con frecuencia para limpiar los elementos.

J. W. Ritter inventó la amalgamacion del zinc para evitar su rápida destruccion. De esta amalgamacion resulta que miéntras no esté cerrado el circuito, esto es, en tanto que no hay corriente, no es atacado el zinc y hay mucha economía de metal.

Meidinger formó en 1859 un elemento de mucho efecto y duracion, compuesto de zinc y cobre, sin diafragma. Su gran inconveniente es que no se puede trasportar.

El elemento de *Daniell* ha sido modificado de muchas maneras. Una pila cómoda es la de *Callaud*, cuyo elemento se compone de un vaso con agua y unos cristales de sulfato de cobre y de una lámina de cobre, sin diafragma.

Una pila inventada por *Cooper*, en 1839, fué modificada y es conocida por *pila de Bunsen* ó *pila de carbon*. Su elemento se compone de un vaso de agua acidulada con ácido sulfúrico y de un cilindro de zinc; en el interior de éste colócase un vaso poroso de tierra de pipa con ácido nítrico comun y un cilindro de carbon (coak). Esta pila es más eficaz que todas las combinaciones de zinc y cobre, pero los vapores que despide el ácido nítrico hacen su uso impracticable en ciertas ocasiones, y su duracion no es mucha. Una de sus varias modificaciones es la de *Grenet y Munk*, que no tiene tabique ninguno y usa como único líquido una solucion de bicromato de potasa con ácido sulfúrico.

La pila de *Marié-Davy* se compone de láminas de cobre y zinc, bañadas sin tabique en una solucion de sulfato de mercurio. La pila de *Stöhrer* es como la anterior, usando carbon en lugar del cobre.

La pila combinada en 1839 por *Grove* tiene la misma disposicion de la de Bunsen, pero en lugar del carbon gasta láminas de *platino*. Esta pila es muy eficaz; sus inconvenientes son los vapores del ácido nítrico y el precio subido del platino.

Otras pilas de mucho uso son las de zinc en ácido sulfúrico diluido y hierro en ácido nítrico; de esta clase es la pila usada por *Bruns*.

La pila de *Leclanché* se compone de zinc, carbon y manganesa, y de una solucion concentrada de sal amoniaco.

La primera batería portátil fué construida por *Beetz*, modificando la de Leclanché. Otra batería portátil construida por *J. Leiter*, de Viena (Elementos de cartucho), encontró muy buena aceptacion. Otra pila portátil es la de *Gaiffe*, de zinc y cloruro de plata; pero es muy costosa.

En 1822 descubrió *Seebeck* la *termo-electricidad*. La electricidad positiva se acumula en las soldaduras calentadas y la negativa en las enfriadas. La serie de los metales, segun su efecto termo-eléctrico es la siguiente: telurio, antimonio, hierro, zinc, plata, oro, platino, estaño, plomo, níquel, azogue, bismuto.

Ni las pilas termo-eléctricas ni las *secas de Zamboni* y *Behrens* sirven para el uso terapéutico.

Mencionarémos las cadenas galvánicas de *Pulvermacher* y *Goldberger*, el arco eléctrico de *Romershausen*, las cataplasmas galvánicas de *Récamier*, las pulseras, los cinturones, los cepillos galvánicos, etc.

En 1831, *Faraday* descubrió la induccion *por los imanes y por las corrientes*. La base de la induccion es que: en un buen conductor (carrete de alambre) se produce una corriente eléctrica instantánea cada vez que en otro conductor próximo empieza ó aumenta una corriente, ó que al carrete se le acerca otro conductor atravesado por una corriente, ó un iman, ó que se produce el magnetismo en una barra de hierro dulce. La direccion de estas corrientes instantáneas *inducidas* es *inversa* de la direccion de la corriente principal *inductora*. Al contrario: cada vez que acaba una corriente inductora, que decrece su intensidad, que aumenta la distancia entre el carrete y la corriente inductora ó el iman, ó que cesa el magnetismo en la barra de hierro, se produce en el carrete de alambre una corriente eléctrica instantánea *directa*, es decir, en el mismo sentido que la inductora.

Las *máquinas magneto-eléctricas* (Clarke) constan de un haz imantado, encorvado en herradura y de dos carretes de alambre de cobre aislado y arrollado en dos cilindros de hierro dulce que están frente á los polos del iman. Cuando giran los carretes *(aparatos de rotacion)*, los hierros dulces se imantan y se desimantan alternativamente, á proporcion que están enfrente ó léjos de los polos del iman, de suerte que cada revolucion de los carretes da cuatro corrientes instantáneas, dos en sentido inverso y dos en sentido directo. Un aparato especial *(conmutador)* tiene por objeto dar siempre igual sentido á las corrientes y trasmitirlas á los reóforos.

Entre los aparatos de esta clase, que ántes se empleaban con mucha frecuencia, el más conocido es el del Dr. Duchenne de B., pero todos ellos tienen el inconveniente de necesitarse un asistente que maneje la manecilla.

Hoy dia se hace uso de preferencia de los *aparatos de induccion volta-eléctrica* (por las corrientes). Éstos se componen de dos carretes de alambre separados, de un elemento galvánico y de un aparato para interrumpir y restablecer la corriente inductora. El elemento galvánico es reunido al carrete primario y comprende en su circuito el aparato *interruptor*. Cada vez que en este carrete *primario* empieza una corriente *inductora*, se produce en el carrete *secundario* una corriente instantánea *inducida* en sentido contrario, y cada vez que acaba la corriente inductora, se produce en el carrete secundario otra corriente *inducida* instantánea en el mismo sentido de la inductora. Con el objeto de aumentar el efecto inductor, se introduce en el carrete primario una barra de hierro dulce, que se imanta cada vez que empieza una corriente en el carrrete, y que se desimanta cada vez que acaba la corriente; y esta imantacion y desimantacion á su vez induce unas corrientes eléctricas en el carrete primario que ro-

dea la barra. Tambien se puede aumentar la intensidad de la corriente primaria, reforzando la corriente inductora de la batería, y se disminuye la intensidad de la corriente inducida sacando más y más la barra de hierro ó tapándola con un cilindro de laton *(graduador)*.

A la oclusion del circuito la corriente inductora produce en el carrete primario, por el efecto inductor de las vueltas del alambre unas sobre las otras, otra corriente inversa y contraria, que debilita la corriente inductora, y la abertura del circuito produce una corriente directa que aumenta la corriente inductora. *(Extra-corrientes)*.

Para interrumpir y restablecer la corriente de la batería, sirve el vaiven del martillito de *Neef* y *Wagner*, movido por la misma corriente.

Estos aparatos, como los otros, han sido objeto de muchísimas modificaciones, por *Duchenne*, *Ruhmkorff*, *Stöhrer*, *Gaiffe*, *Leiter* y otros. El mejor de todos es el aparato de *Dubois-Reymond (de trenéo)*, cuyo carrete secundario puede moverse horizontalmente sobre el primario.

La corriente eléctrica, las resistencias, la conductibilidad.

La forma del movimiento que constituye la naturaleza de la electricidad es un movimiento de las partículas infinitamente pequeñas de la materia. La diferencia de la constitucion molecular de varias sustancias es la causa porque este movimiento se propaga mejor en algunos cuerpos que en otros. Bajo este concepto distínguense los buenos de los malos conductores de la electricidad.

Las resistencias que la corriente tiene que vencer, se llaman particularmente resistencia de la conduccion. Ésta depende en primer lugar de la resistencia específica de los cuerpos *(resistencia específica)*, y en segundo lugar de la masa del cuerpo que tienen que atravesar *(resistencia absoluta)*, la que es el producto de su longitud y de su seccion trasversal. En un elemento consideramos además la *resistencia interior* ó *esencial* del mismo elemento y la *resistencia exterior* ó *accidental* en el cuerpo conductor, alambre conjuntivo que cierra el circuito. Las dos juntas forman la *resistencia total*. Conociendo la resistencia de un cuerpo, conocerémos tambien su conductibilidad.

Para el estudio comparativo se han establecido *unidades de resistencia*. *Jacobi* tomó como tal la resistencia de un alambre de cobre de 1 μ de diámetro y de 1 metro de longitud. La unidad de *Siemens* es la resistencia de una columna de azogue de las mismas dimensiones.

Se llama *longitud reducida* la resistencia de una pila expresada por unidades de resistencia.

La resistencia específica de algunos cuerpos determinada por el puente de *Wheatstone*, expresada por unidades de Siemens, es la siguiente (Zech):

Azogue	1.	Coak (ulla carbonizada)	43.00
Plata	0.017	Acido sulf. (peso específico 1.27)	7320.00

Cobre	0.018	Acido nítrico comun	18000.00
Zinc	0.057	Acido sulf. (peso específico 1,84)	47.000
Platino	0.092	Solucion de sulfato de zinc	288.000
Hierro	0.099	Solucion de sulfato de cobre	306.000
Plata alemana	0.248	Agua	1.200,000.000

La *conductibilidad específica*, segun otra determinacion es:

Azogue	1.	Laton	12.50
Plata alemana	4	Zinc	13.50
Platino	5	Oro	27.50
Hierro	7.50	Cobre	40.00
Plata	50.00		

La resistencia de los líquidos es tan grande, que para medirla se supone la conductibilidad del azogue 1,000.000; bajo este punto de comparacion la conductibilidad de una solucion concentrada de sulfato de cobre es 2.75, la de una solucion concentrada de cloruro de sosa 13.75, la de una solucion concentrada de sulfato de zinc 2.9, la del ácido nítrico comun 47.9.

La *resistencia absoluta* de un cuerpo conductor está en *razon directa* de su *longitud* y en razon *inversa* de su *diámetro*.

La *intensidad* de la corriente, es decir, la cantidad de trabajo (mecánico ú otro) que es capaz de prestar depende de la cantidad de *fuerza electro-motriz* y de la *resistencia total*; es idéntica en cualquiera parte del circuito no ramificado.

La relacion de la *fuerza electro-motriz* y de *la resistencia* con la *intensidad de la corriente* se encuentra expresada por la ley de *G. S. Ohm*, establecida en 1826. *La intensidad de la corriente es igual á la suma de las fuerzas electromotrices dividida por la suma de las resistencias.*

Por medio del *galvanómetro* y del *puente de Wheatstone (Reostata)* puede medirse la fuerza electro-motriz y la resistencia interior, es decir, que se puede determinar la intensidad de la corriente. Hé aquí algunos términos medios para ciertos elementos *(Zech):*

Elementos de	Grove.	Bunsen.	Beetz.	Leclanché.	Daniell.	Siemens.	Meidinger.
Fuerza electromotriz	21	21	17	16	12	12	11
Resistencia interior	0.7	0.8	45	3	1.5	5	5
Intensidad de la corr.	30	26.3	0.4	5.3	8	2.4	2.2

Representando I la intensidad de la corriente, R la resistencia interior, r la exterior, E la fuerza electro-motriz de un elemento, se expresa la ley de Ohm por la siguiente fórmula: $I = \frac{E}{R+r}$

Cuando la resistencia exterior es muy insignificante en comparacion de la interior (por ejemplo, intercalando en el circuito la espiral primaria de un apa-

rato de induccion), se puede prescindir de ella y la fórmula anterior toma el aspecto siguiente: $I = \frac{E}{R}$;

y la intensidad de la corriente de un número de pares *n*

$$I^1 = \frac{nE}{nR} = \frac{E}{R} = I;$$

es decir, *cuando la resistencia exterior es poca, la intensidad de la corriente no aumenta al acrecer el número de elementos; pero sí crece al emplearse superficies electro-motrices, elementos, mayores*, porque entónces crece el factor E y la fraccion $\frac{E}{R}$ adquiere mayor valor.

En la literatura médica se llaman estas corrientes de *cantidad*.

Cuando al contrario la resistencia exterior aumenta tanto, que en comparacion con ella se puede despreciar la interior (por ejemplo, intercalando en el circuito un telégrafo submarino ó el cuerpo humano), entónces la fórmula toma el siguiente aspecto:

$I^1 = \frac{nE}{r} = nI$, es decir que, cuando la resistencia exterior es muy grande, la intensidad aumenta con el número de los elementos, *corriente de intensidad*. La aplicacion de electromotores de mayor superficie no aumenta la intensidad. De ahí resulta la conclusion práctica: para armar un aparato de induccion, para calentar un alambre de platino se han de emplear pocos elementos, pero grandes (con poca resistencia interior); al contrario, cuando se trata de intercalar el cuerpo de una gente, se emplearán muchos elementos pequeños con mucha resistencia interior. El máximum del trabajo de una batería se obtiene cuando las dos resistencias, interior y exterior, son iguales.

Lo que en los tratados de electroterapia se llama *cantidad* é *intensidad*, depende de las resistencias que se pueden modificar segun la asociacion de los elementos. Reuniendo todos los cobres de una pila por un lado y por el otro todos los zinc, la pila no forma más que *un* solo elemento grande. Se dice que la pila está montada *en batería* y así se obtienen *corrientes de cantidad;* reuniéndose el zinc de cada elemento con el cobre del siguiente, se dice que los elementos están asociados *en cadena* y así se obtienen *corrientes de intensidad*. En lo futuro evitarémos estas dos palabras, *cantidad* é *intensidad*, propias á originar equivocaciones inextricables.

Se llama *densidad* la relacion de la seccion del conductor atravesado con la cantidad de electricidad que pasa por él en una unidad de tiempo. La densidad está en razon inversa de la seccion del conductor.

En cuanto á la *conductibilidad* del organismo humano, su resistencia es superior á la de la mayor parte de los cuerpos citados. El cobre conduce muchos millardos de veces mejor que el cuerpo humano. Tambien hay gran diferencia entre la conductibilidad de los diferentes tejidos. La epidermis, sobre todo cuando esté seca, presenta la mayor resistencia, menor los huesos, cartílagos y tendones, menor todavía es la de los nervios y de los músculos, y el mejor conductor de todos ellos es la sangre. La conductibilidad de los músculos es casi igual

á la de la sangre. Segun muchos experimentos, parece que la conductibilidad de los tejidos y órganos del cuerpo humano está en razon directa de la cantidad de líquidos que contienen. El cuerpo humano en su totalidad conduce 15 ó 20 veces mejor que el agua pura y fria. Aplicándose los polos de una pila al cuerpo humano, la corriente se extiende como en cualquier conductor de forma irregular. La mayor densidad de la corriente se encuentra en los lugares de aplicacion y en la línea más directa entre ellos; pero con motivo de la buena conductibilidad de los vasos sanguíneos y linfáticos, muchas corrientes pasan tambien por ellos. Los vasos que atraviesan el cráneo permiten una accion directa de la corriente sobre el cerebro, pero la localizacion de la corriente en el cuerpo humano no puede ser sino relativa.

Por parecer interesante insertarémos aquí los grados de resistencia de los diferentes tejidos.

Eckard, *Friedleben* y *Ranke* han consagrado un estudio minucioso á esta materia.

Hé aquí los datos suministrados por *Eckard* y *James Stark:*

Resistencia de los tejidos:

Músculos	1	Nervios	1.9 á 2.4
Tendones	1.8 á 2.5	Cartílagos	1.8 á 2.3

Cantidad proporcional de agua contenida en estos mismos tejidos:

Músculos	72 á 78 por 100	Tendones	62
Nervios	39 á 66 „ „	Cartílagos	70 á 75
Huesos	3 á 7 (diáfisis) y 12 á 20 (epífisis).		

Friedleben estima estos números inferiores á la realidad.

Es preciso tener cuenta, no solo de la proporcion de agua en los diferentes tejidos, sino tambien de la proporcion de las sales y de la temperatura de los fluidos orgánicos que varía bastante en la superficie.

Proporcion de agua en los diferentes tejidos del hombre adulto:

Sangre	80.5	E. Bischoff.
Sustancia gris del cerebro	85	Lassaigne.
„ blanca „	73	——
„ gris de la médula	71	Lheritier.
„ blanca „	65	V. Bibra.
„ de los nervios	77	Ranke
Músculos	81.2 á 84	——
Hígado	76.1	Bibra.
Tejido elástico	70.4	Schultze
„ conectivo adiposo	80.9	Ranke.
„ „ de la córnea	75.8	His.
„ „ del cútis	57.5	Wienholt.
Hueso parietal	14.6	Friedleben.

La cantidad de agua contenida en los diferentes tejidos, como se ve, no varía mucho (con excepcion de los huesos y de la epidermis), y lo mismo se puede suponer respecto á la conductibilidad galvánica.

El globo del ojo, muy rico de agua (90 % Gorup), es uno de los órganos que conducen mejor la corriente.

Tomando por unidad la resistencia de un tramo de 100 metros de alambre telegráfico, la resistencia de los órganos siguientes es:

Cerebro	1693.3	Músculo	6192
Globo del ojo	2651.2	Hígado	11592

Además de la *intensidad de la corriente* ha de considerarse su *direccion* ó *sentido*. La corriente circula siempre del polo positivo al negativo. En su aplicacion al cuerpo humano se distingue la *corriente ascendente centrípeta* ♂ y la *corriente descendente centrífuga* ♀. Estos términos se refieren á la posicion vertical del sujeto y á la relacion de la aplicacion de los polos con el centro del sistema nervioso. Cuando el polo positivo está aplicado más arriba ó más cerca del centro que el negativo, la corriente es descendente, y ascendente en el caso contrario.

Los aparatos necesarios, su uso.

Desde tiempos remotos se hizo uso de la electricidad para curar á los enfermos. Los romanos mandaban á los paralíticos á bañarse en las aguas estancadas donde se encontraba el *Torpedo* (raya eléctrica). Más tarde se empleó el *iman*, muy preconizado por *Paracelsus*. Luego siguió la construccion de la *máquina eléctrica* de Guericke y la *botella de Leiden*. Faltaban todavía del todo las bases científicas, se exageraron los resultados obtenidos y se desacreditó su aplicacion. Sin embargo, ya en aquellos tiempos se conocieron algunos hechos positivos, v. gr., la contraccion de los músculos por la electricidad (1750), etc.

Los primeros trabajos verdaderamente científicos acerca de la aplicacion de la electricidad son de *A. de Humboldt: De la excitacion eléctrica de los músculos y nervios* 1797. Siguieron otros hombres competentes. A aquella época corresponde nada ménos la *electro-puntura* inventada por *Sarlandière* y los primeros pasos de la *gálvano-cirugía*. Otra vez más los charlatanes se apoderaron de la novedad para explotarla y volvió á caer en descrédito.

Nuestra doctrina recibió un impulso nuevo por el descubrimiento de la *induccion* por *Faraday* y por la construccion de aparatos perfeccionados. Desde 1843 se empleó la *electrizacion general*, miéntras *Duchenne* estableció la *electrizacion localizada*, que constituyó un progreso esencial y fecundo en nuevos é importantes resultados; inauguró el uso de la electricidad como *medio diagnóstico*. Miéntras que *Duchenne* empleaba la *faradizacion localizada*, *Remak* cultivó la *galvanizacion localizada*. El primer efecto fué una polémica encarnizada entre los dos maestros y sus discípulos, que dió por resultado el estudio más profun-

do de los métodos y la precision de sus indicaciones respectivas. En nuestros dias los estudios electro-fisiológicos han dado un fundamento científico á la aplicacion de la electricidad en la medicina.

La *electricidad estática*, antiguamente muy usada, ha encontrado unos defensores celosos en *Clemens* y *Schwanda*, pero en general su aplicacion se considera como un procedimiento rudo, que no puede sostener la comparacion con el uso de la *electricidad galvánica y farádica*. A la aplicacion de la electricidad estática la llaman los americanos *Franklinizacion*.

La *electricidad dinámica* (galvánica y de induccion), es la que se usa casi exclusivamente en la práctica médica. Como para su produccion se emplean en lo general las pilas de elementos constantes, se habla en la literatura médica de la aplicacion de la *corriente constante (galvanizacion)*. Los aparatos indispensables, segun lo dicho, son una pila galvánica y un aparato de induccion.

Todas las pilas son buenas, miéntras se hallan en buen estado, teóricamente hablando. Sin embargo, débese decir que para la *aplicacion médica* es preferible una pila de muchos elementos pequeños, miéntras que para la *gálvanocáustica* se necesita de una batería de pocos elementos grandes. Las pilas que no requieren el uso de ácidos concentrados, que no causan muchos gastos y no reclaman muchos cuidados, merecen la preferencia.

El especialista tendrá á su disposicion una batería fija y otra portátil; para el médico práctico basta la última. De una y otra clase, una pila de 40 elementos será suficiente.

Para regularizar la intensidad de la corriente, se necesita de un aparato que permita en cada momento la combinacion de un número determinado de elementos, y que facilite el reforzamiento de la corriente, añadiendo los elementos uno por uno, sin interrupcion de la corriente (*colector*, *contador de elementos*). Éste consiste en un resorte más ancho que la distancia de un boton á otro, para que al pasar pueda tocar el boton siguiente ántes de haber abandonado el anterior.

La *aplicacion diagnóstica* de la electricidad reclama algunas veces que se invierta la corriente en el cordon conductor, y para eso sirve el *invertidor*, pues el cambio de los polos podria en algunas ocasiones estorbar la observacion. Este aparato sirve para la produccion de las *alternativas voltaicas*.

Para *estudios muy delicados*, como la exploracion de los órganos de los sentidos, se necesitan graduaciones más sutiles de la corriente, y hay que intercalar una *resistencia artificial mensurable* (*reostata*). Imagínese un número de carretes, representando una resistencia conocida y susceptible de subdividirse á voluntad. Estos carretes se juntan á la corriente que viene de la batería y forman un circuito derivado. Evidente es que, cuando su resistencia es absoluta, toda la corriente pasará por el enfermo; si su resistencia es nula, toda la corriente pasará de preferencia por el *reostata* ántes de vencer la resistencia del organismo. Este aparato no es absolutamente necesario para el médico práctico.

Los mejores aparatos de induccion son los de *Duchenne de Boulogne* y de *Dubois-Reymond;* pero es preciso tener presente, que para hacerles andar, los 40 elementos de la batería galvánica, asociados en cadena, no son suficientes. Los aparatos con los dos carretes fijos no son tan buenos como los anteriores.

Para intercalar el cuerpo humano en el circuito de una pila ó de un aparato de induccion se usan *cordones ó alambres conductores* (de cobre, recubiertos de seda ó aislados por una capa de goma), y *reóforos*, *electrodos* ó *excitadores*. Estos son globos ó discos de metal, de varias formas, con sus empuñaduras de goma ó de madera, y son usados con sus superficies metálicas ó cubiertas de esponjas, cuero ó lino, para mojarlos en agua salada y caliente ántes de aplicarlos, con el objeto de disminuir la resistencia de la epidermis.

Uno de los reóforos deberá ser arreglado de tal manera, que pueda interrumpirse la corriente sin quitar el instrumento *(Meyer)*.

Para la aplicacion de la *corriente de induccion* sirve además una especie de escobeta de alambres de cobre ó de laton *(disciplina eléctrica)*.

Para aplicar la corriente á la uretra, á la vejiga, al útero, al recto, á los oídos, á la laringe, etc., hay conductores especiales aislados con goma ó con tejidos de cera, de varias formas (boton, olivo, cilindro, cono, etc.)

Para *la electrolizacion* sirven *agujas* (*acupuntura*) de oro, platino, cobre, acero, de varias formas y tamaños, que se pueden fijar á los cordones conductores. En algunas circunstancias conviene aislarlas, barnizándolas con goma laca.

Los instrumentos usados en la *gálvano-cáustica* son las *ligaduras metálicas*, *los constrictores*, *los bisturís* y *los cauterios* de una infinidad de formas.

Para conocer si una pila funciona ó no, si los elementos están en comunicacion entre sí y con los reóforos, sirve el *galvanoscopio* ó el *voltámetro*. La prueba más sencilla y más eficaz: que el electrizador aplica á su lengua la corriente más débil de su batería ó la más fuerte en la parte dorsal de su mano. Para darse cuenta de la intensidad de la corriente, una vez intercalado el enfermo en el circuito, se hace que la corriente en el mismo tiempo pase por un *galvanómetro*.

Ahora que se usan corrientes moderadas y aplicaciones cortas (de 2 á 10 minutos) ya no hay que preocuparse del principio posible del *electrólisis*, pero antiguamente se veía con mucha frecuencia la produccion de escaras.

Efectos de la electricidad.

Los efectos de la electricidad son físicos, químicos y fisiológicos.

I. De los primeros citarémos:

a. *Mecánicos*. La chispa eléctrica agujera ó rompe los cuerpos malos conductores, al pasar por ellos; el rayo disloca paredes y casas; erízase el pelo de una

gente aislada que toca los conductores de la máquina eléctrica; á esto se refieren todas las atracciones y repulsiones eléctricas, y el trasporte de líquidos en el sentido de la corriente á través de unos tabiques porosos (difusion eléctrica).

b. *Moleculares.* Cambios de estructura en los cuerpos atravesados por corrientes galvánicas (como de los alambres telegráficos).

c. *Luminosos.* La chispa eléctrica, el relámpago, los tubos de *Geisler*, la luz eléctrica, la aurora boreal, etc.

d. *Caloríficos.* Inflamacion de materias explosibles por la chispa eléctrica, el encandecerse un alambre de gran resistencia por la corriente de una pila de elementos grandes (gálvano-cáustica). El efecto calorífico de la corriente galvánica es independiente de la longitud del conductor atravesado, y está en razon directa de la intensidad, de la resistencia y del tiempo que dura la corriente. (*Lenz*, *Jacobi*).

e. *Magnéticos.* Una descarga fuerte de una botella de Leiden, cuando tiene lugar á inmediacion de un iman, le quita su magnetismo ó invierte los polos; por el mismo procedimiento se imanta una varilla de acero; la brújula sufre una desviacion cuando gira alrededor de ella una corriente; una barra de hierro dulce metida en un carrete se imanta por todo el tiempo que circula una corriente por el carrete. Una varilla de acero por este procedimiento se imanta de una manera permanente. (*Oerstedt*, *Arago*, *Ampère*).

f. *Eléctricos.* Produccion de corrientes instantáneas en circuitos cerrados y de tension eléctrica en los conductores no reunidos (*Faraday*).

g. *Acústicos.* Un ruido particular acompaña la chispa eléctrica; una varilla de hierro atravesada por una corriente de induccion deja percibir un sonido.

II. Entre los efectos *químicos* de la electricidad cuéntase tanto la descomposicion cuanto la combinacion de cuerpos nuevos.

Pasando la chispa eléctrica por una mezcla de hidrógeno y oxígeno se produce una luz viva y una detonacion, y se forma agua. Las descargas eléctricas, cuando pasan con frecuencia por el aire atmosférico húmedo, producen ácido nítrico (*Priestley*); el olor particular que se percibe cerca de una máquina de frotamiento que está en accion, proviene del *Ozono;* lo mismo sucede con los temporales. Todos los metales, ménos el oro y el platino, son oxidados al ánodo (+) de una pila, aunque estén sumergidos en agua destilada y sin contacto con el aire.

La corriente galvánica descompone todos los líquidos por donde pasa, ya se trate del conductor líquido interior de un elemento ó ya de un líquido intercalado en el circuito, *Electrólisis* (*Nicholson*, *Carlisle*, *Davy*, *Faraday*). Hasta aquellos cuerpos que, en el estado sólido no son conductores de la electricidad, la conducen, y sufren una descomposicion cuando se hallan en forma líquida. La electrolizacion es *primaria* cuando los dos iones se forman directamente por la electrólisis, ó *secundaria*, cuando los iones producen más descomposicion en el

electrólito. Si la corriente pasa por una solucion de sulfato de potasa, teñida de azul con jarabe de violeta, en un tubo de vidrio encorvado, se observa lo que sigue: El sulfato de potasa es descompuesto; el ácido sulfúrico va al ánodo y tiñe la solucion de rojo; la potasa va al kátodo, y tiñe el líquido de verde; la potasa se descompone en potasio y oxígeno; el primero va al kátodo, y el último al ánodo; el potasio y el oxígeno, en estado naciente, producen ulteriores descomposiciones de agua (secundarias); el potasio es oxidado y forma potasa; el hidrógeno y el oxígeno libres aparecen en los polos, etc.

En la descomposicion del agua el O va al ánodo y el H al kátodo; en la descomposicion de los óxidos metálicos y de las sales alcalinas el O va al ánodo y el radical al kátodo; en la descomposicion de las sales el ácido va al ánodo y el óxido del metal al kátodo; en la descomposicion de los haloides el Cl, I, Br van al ánodo, el óxido metálico al kátodo.

Hablarémos en su lugar de la electrolizacion de los líquidos orgánicos.

III. Los *efectos fisiológicos* consisten en una excitacion del sistema nervioso y muscular que ejerce cierta accion sobre los fenómenos vitales del organismo. Por una parte la electricidad produce en los órganos excitables una reaccion adecuada, por otra se nota un incremento de la excitabilidad. La excitacion eléctrica de un nervio motor produce la contraccion del músculo correspondiente; la excitacion de un nervio sensible produce una sensacion que puede llegar hasta el grado de dolor. Los órganos de los sentidos corresponden á la excitacion eléctrica con su sensacion específica: la excitacion eléctrica de los nervios vasomotores y secretores ocasiona una alteracion de la circulacion y de las secreciones.

La accion de la electricidad en los nervios motores es lo que se ha estudiado mejor, tanto por los fisiólogos en los nervios preparados ó excindidos, como por los patólogos en los nervios ilesos del organismo sano ó enfermo. No puede sorprendernos que los resultados obtenidos por unos y otros no sean siempre idénticos, pues las circunstancias en que se hacen los estudios tampoco lo son.

En primer lugar debemos tener presente que el grado de excitacion no depende tanto de la *intensidad* de la corriente que pasa por el nervio, cuanto de las *variaciones de la densidad* de ella, y que la excitacion es tanto más fuerte cuanto más violenta esta variacion (*Dubois-Reymond*); sin embargo, la excitacion dura miéntras circula la corriente.

El nervio sujeto á la electricidad sufre una alteracion de su estado molecular, *electrótono* (*Pflüger*). La corriente galvánica divide el nervio en dos secciones, una que corresponde al kátodo, y que se encuentra en estado de *excitabilidad crecida* (*katelectrótono*) y otra correspondiente al ánodo, que se halla en estado de *excitabilidad disminuida* (*anelectrótono*). Esta alteracion no es limitada á la parte *intrapolar*, sino que se extiende á la parte extrapolar del nervio.

El electrótono se produce únicamente por la galvanizacion, y no por la fara-

dizacion; esta es la razon de la superioridad de la corriente continua sobre la de induccion.

La *produccion* y el *crecimiento* del *katelectrótono*, así como la *terminacion* ó el *decrecimiento* del *anelectrótono* producen excitacion, y de *todos modos la excitacion es mayor con el katelectrótono. La excitacion párte del kátodo á la oclusion, y del ánodo á la abertura del circuito;* cuando la corriente electrotonizante es ♂ (es decir, que el reóforo positivo está cerca del músculo) y se cierra el circuito, se excita la parte *superior;* cuando se abre el circuito se excita la parte *inferior*, y lo contrario sucede con la corriente ♀.

Pflüger formula asi *las leyes de la contraccion muscular:*

1. *Corrientes débiles* ♂ y ♀, contraccion á la oclusion, ninguna reaccion á la abertura.

2. *Corrientes de mediana intensidad* ♂ y ♀, contraccion al cerrarse y á la abertura.

3. *Corrientes fuertes* ♂. Reposo al cerrarse, contraccion á la abertura; ♀ contraccion al cerrarse, reposo á la abertura.

4. *Corrientes muy fuertes;* tétano á la abertura.

Estos resultados fueron obtenidos del estudio de un músculo preparado con su nervio: pero cuando se trataba de aplicarles al uso terapéutico de la electricidad, se trabó una discusion apasionada y que todavía no ha concluido, sobre si los diferentes efectos de la corriente eléctrica se deben únicamente *á la accion de los polos ó á la direccion de la corriente.*

Brenner atribuye todo únicamente á la accion de los polos. Él, segun su *método* de exploracion *polar*, estableció otra *fórmula de contraccion* para los nervios motores del hombre sano. Su fórmula difiere de la de *Pflüger*, pero coincide con la de *Ziemssen*, obtenida por el *método de direccion* y es la siguiente:

1. *Corriente débil.* Kátodo, á la oclusion: contraccion; á la abertura: reposo. Anodo, á la oclusion y á la abertura: reposo.

2. *Corriente de mediana intensidad.* Kátodo, á la oclusion: contraccion que aumenta; á la abertura: reposo. Anodo, á la oclusion y á la abertura: contraccion no muy fuerte.

3. *Corrientes fuertes.* Kátodo, á la oclusion: tétano; á la abertura: contraccion ligera. Anodo, á la oclusion y á la abertura: contraccion muy enérgica.

Las discrepancias de las dos fórmulas fueron resueltas por *Filehne*, quien probó que la misma fórmula vale para el organismo sano y para el nervio preparado de la rana, á condicion que este último, miéntras dura el experimento, no sea aislado, sino colocado sobre un pedacito de carne.

Cuando la corriente galvánica dura algun tiempo, produce un *efecto paralizante* y *destruye la conductibilidad* del nervio para ciertas excitaciones. A esta circunstancia se debe que puedan removerse convulsiones, etc. (*Valentin*, *Matteucci*, *Eckhardt*, *Pflüger).*

Hay una fórmula parecida respecto de los *nervios sensibles*, pero hasta aho-

ra no se ha podido sacar ningun partido de ella en la práctica. La *corriente de induccion* excita con más energía que la galvánica, puesto que, como hemos dicho, el grado de excitacion no depende de la intensidad de la corriente, sino de las variaciones de su densidad. En la aplicacion de la corriente galvánica puede aumentarse el efecto excitante y la excitabilidad, haciendo uso de la inversion de la corriente en la parte metálica del conductor (alternativas voltáicas, V. A). Usándose 10 elementos, la densidad, al abrir y cerrar simplemente el circuito, varia entre los dos polos de 10 á 0 y de 0 á 10, miéntras que con V. A. baja de + 10 á — 10 y sube — 10 á + 10; así la expresion numérica de la variacion de la densidad es de 20 y no de 10, como en el primer caso.

Los nervios pueden excitarse no solo en la *parte intrapolar*, sino áun más allá, y la excitacion se propaga; *el músculo, privado de la influencia del nervio,* no es excitable sino en el *tramo intrapolar*. En el organismo humano sano la excitacion limitada á la sustancia del músculo no se obtiene sino bajo cautelas especiales.

La excitabilidad de un músculo por conducto de su nervio motor llámase *motricidad (Flourens)*, la excitabilidad del músculo por influencia directa de la corriente galvánica, denomínase *contractilidad electro-muscular* (*Duchenne d. B.*), la sensacion de la contraccion (debida á los nervios sensibles) que al aplicarse corrientes fuertes llega al grado de dolor (aunque hubiese anestesia en el cutis), nómbrase *sensibilidad electro-muscular (Duchenne)*.

La excitacion *directa* del músculo es más lenta y floja que la *indirecta* (por el nervio motor); la excitacion directa no crece tanto con *las variaciones de la densidad*, sino más bien *con la intensidad de la corriente* y *con el tiempo que obra;* por ese motivo la corriente de induccion, á pesar de sus grandes oscilaciones de densidad, no puede provocar contracciones musculares directas de alguna consideracion *(Wundt, Bezold, Fick)*.

El músculo excitado por la corriente galvánica demuestra un *aumento de temperatura y de volúmen, proporcional á la intensidad de la corriente (Matteucci, Ziemssen, Heidenhayn, Althaus)*. La *excitabilidad* de un músculo *cansado, agotado*, puede *restablecerse* por la corriente galvánica, y la *sensacion de cansancio desaparece de una manera completa y duradera* (*Heidenhayn, Cyon, Poore*).

Para excitar los órganos profundos (nervios, músculos) empléase de preferencia la corriente galvánica; los reóforos han de estar cubiertos con esponja bien mojada, y humedecido el cutis en los lugares de aplicacion (*puntos motorios*). La corriente de induccion, que se compensa en la superficie, sirve principalmente para la excitacion eléctrica del *cutis*. Para esto se hace uso de *reóforos secos,* que se aplican al cutis seco; pero no deja tampoco la corriente galvánica de afectar la piel.

Los efectos de la electricidad en el cutis, en las partes en que se colocan los reóforos, son:

1. Una irritacion de los *nervios sensibles*, proporcional á la densidad de la corriente. Esta sensacion ofrece todas las graduaciones, desde la comezon hasta el dolor: éste es picante y punzante cuando se aplica la corriente farádica, y ardiente cuando se hace uso de la corriente galvánica: es más intenso y se produce más pronto en el Ka que en el An.

2. Hay excitacion directa ó refleja de los *nervios motores*, contraccion de los músculos cutáneos (cutis anserina). Ésta pasa más pronto en la aplicacion de la electricidad galvánica que en la de la inducida.

3. Hay excitacion de los *nervios vaso-motores*, contraccion de los vasos, *anemia;* luego dilatacion, *hiperhemia;* algunas veces se manifiestan hasta *síntomas de inflamacion. Respecto de la electrolizacion en los tejidos, los polos producen efectos diferentes.* Cuando se usan *electrodos metálicos*, ó cuando su forro esté ya embebido de los iones, se forman pronto ampollitas en los lugares de aplicacion (con un contenido líquido ácido en el An y alcalino en el Ka), y cuando la accion dure más tiempo, sigue la formacion de escaras y áun la supuracion. Esto puede evitarse, haciendo uso de electrodos no polarizables, que solo producen efectos fisiológicos. La formacion de escaras se evita tambien poniendo entre el cutis y el reóforo dos ó tres capas de papel de estraza, mojado en agua de sal.

Tratándose tan solo de una excitacion fisiológica del cutis, *la corriente de induccion* es preferible, y la corriente de la espira secundaria obra más fuerte que la de la primaria. La primera excita el cutis tanto más intensamente cuanto es más rápido el juego del martillito de Neef. Como electrodos se usan botones metálicos *(clavo eléctrico)* ó las escobetas *(flagelacion eléctrica)*, pasándolas sobre el cutis ó descansándolas en un mismo lugar *(moxa eléctrica)*. Para excitar los músculos superficiales con la corriente farádica, es preciso escoger reóforos muy bien mojados, apretarlos bien y aplicar la corriente primaria.

La excitabilidad del cutis es diferente en diferentes lugares y en diferentes individuos. El cutis de la cara, de las mejillas, del cuello, de los senos, de las partes anteriores en general es más delicado; el de la nuca, del pulmon, de la region trocantérica, de la rótula, de las plantas, etc., y de las partes dorsales en general es ménos sensible.

No hay otro remedio, cuando un derivativo sea indicado, como la *faradizacion cutánea*, para conseguir con prontitud y rapidez un efecto revulsivo, y esto sin resultados accesorios y consecutivos, pues el efecto cesa al levantar los reóforos.

Las investigaciones de *Erb*, *Burkhardt* y *Ziemssen* han probado fuera de toda duda, que con la aplicacion de los reóforos en la cabeza la corriente galvánica atraviesa el *cerebro* con una intensidad suficiente para excitarlo.

Hay tres modos de hacer pasar la corriente por los dos hemisferios del cerebro: a. Un reóforo en la frente y el otro en el occipucio, b. Un reóforo en cada sien, c. Un reóforo en cada apófisis mastoidea. Para galvanizar solo un hemisferio (hemicrania), se coloca un reóforo arriba de la ceja y el otro en el apó-

fisis mastoidea del mismo lado. En personas muy sensibles conviene aplicar el polo positivo en la cabeza y el negativo en alguna parte distante, como el estómago ó la palma de la mano.

La corriente que atraviesa la cabeza produce síntomas de irritacion cerebral, aturdimiento, vértigo, somnolencia, desmayo, vision de relámpagos, convulsiones, náuseas, vómitos (segun la intensidad de la corriente).

Se han de emplear corrientes débiles y por corto tiempo, ½ á 2 minutos. La faradizacion del cerebro casi no produce ningun efecto.

La excitabilidad directa de la *médula oblongada* y *espinal* produce contracciones tetánicas de todos los músculos del tronco y de las extremidades. La excitacion causada por la faradizacion pasa pronto; la excitacion de la corriente galvánica dura todavía despues de la abertura del circuito, y la galvanizacion obra en la médula espinal, no solo al abrir y al cerrar el circuito, sino que ejerce sobre ella un efecto paralizante miéntras el circuito está cerrado, y este efecto es más notable con la corriente ♂ que con la ♀.

La excitacion de la *médula oblongada* retarda los movimientos del corazon, lo relaja y lo dilata *(Weber, Budge)*; á la excitacion del centro cilio-espinal (entre la sétima vértebra cervical y la sexta torácica) corresponde la dilatacion de la pupila; la excitacion del centro génito-espinal (cuarta vértebra lumbar), provoca contracciones de los vasos deferentes, de la vejiga urinaria y del intestino recto *(Budge, Waller)*. La excitacion de la médula por la corriente galvánica ♀ y más todavía por la intermitente, produce en las extremidades inferiores varias sensaciones de comezon, picazon, ardor en la planta de los piés *(Brenner, Erdmann)*. La galvanizacion de la médula puede durar hasta cinco minutos.

La galvanizacion del *simpático cervical* fué iniciada por *Remak*. Sus resultados son incontestables, pero la explicacion fisiológica de ellos es defectuosa todavía. Hay varias maneras de excitar la parte cervical del simpático: a. Se coloca un reóforo adentro de la boca á la articulacion maxilar y el otro afuera en la fosa auriculo-mastoidea del mismo lado *(Gerhardt)*; b. Se coloca un reóforo en la fosa yugular y el otro debajo del lóbulo de la oreja, detrás del ángulo maxilar y delante del músculo esterno-cleido-mastoideo sobre el ganglio cervical superior *(Chvostek)*; c. Se coloca un reóforo sobre el ganglio cervical superior, y el otro en la apófisis trasversa de la sétima vértebra cervical y del otro lado (*M. Meyer*); d. Se aplica un reóforo en la fosa auriculo-mastoidea y el otro sobre la parte superior del esternon *(Ermann)*. Claro es que además de la parte cervical del simpático, con todos esos métodos se excita tambien la base del cerebro, la médula espinal, los nervios neumo-gástrico, hipogloso, laríngeo, etc.; que no puede haber excitacion limitada al simpático, y que las observaciones clínicas no pueden concordar con los experimentos fisiológicos obtenidos en el simpático preparado ó dividido.

Claudio Bernard demostró que el simpático regulariza el *tono de los vasos sanguíneos*, y segun *Pflüger* los nervios esplánicos, que nacen de los últimos

6 ganglios dorsales, son *inhibitores del movimiento peristáltico del intestino.*

Electrizando la parte central del simpático cervical dividido, *C. Bernard* observó dilatacion de la pupila, exoftalmos, anemia de la conjuntiva, de las ventanas de la nariz y de las orejas, decrecimiento de la secrecion de la mucosa, etc.; excitando la parte periférica ó el ganglio cervical inferior vió aceleracion de la accion del corazon (la electrizacion de los neumo-gástricos la retarda, *Weber)*. Estos experimentos fueron confirmados por *Brown-Séquard*, *Budge*, *Schiff*, *Walter, etc.* La electrizacion del simpático en el hombre vivo influye de una manera manifiesta en el pulso y en la vascularizacion de la retina, ocasiona somnolencia y vértigos (por conducto de los nervios vasomotores de la cabeza, *Beard & Rockwell*, *Althaus)*, provoca una secrecion exagerada de las glándulas parótides *(Wittic)*, llama en todo el cuerpo una sensacion de calor y una perspiracion palpable, y hace bajar la presion de la sangre en las arterias y la frecuencia del pulso *(Schmidt*, *Eulenburg)*.

Se han de emplear corrientes débiles, y la abertura del circuito debe hacerse gradual y no repentinamente. Esto se consigue disminuyendo el número de elementos combinados ó removiendo lentamente el conductor de la nuca ó de la fosa estilo-mastoidea.

Hay todavía quien niegue la posibilidad de electrizar el simpático; *Benedikt* se expresa así sobre el particular: Hay muchos motivos para creer en los efectos (terapéuticos) de la electrizacion del simpático, y ningun motivo serio para dudar de ellos.

El neumo-gástrico se excita poniendo un reóforo arriba del esternon, al lado interno de la insercion del músculo esterno-cleido-mastoideo y el otro en el ángulo de la quijada inferior, sobre la arteria carótide. Solo dos minutos. Su galvanizacion retarda los movimientos del corazon (antagonismo de la excitacion del simpático). Se ve que los lugares de aplicacion de los reóforos son idénticos, trátese del neumo-gástrico ó del simpático.

La galvanizacion de las raíces de los nervios espinales ha sido fuertemente recomendada por *Benedikt*, y se practica poniendo el reóforo positivo sobre la parte enferma de la espina, y paseando el negativo treinta ó cuarenta veces lentamente en los dos lados de la columna vertebral.

La excitacion de los nervios de los sentidos provoca sus reacciones especificas. El *nervio óptico* puede excitarse en cualquiera parte de la cara ó del cuello. En la mayoría de los casos *Althaus* prefiere (en la nutricion insuficiente del nervio óptico) la aplicacion del ánodo al ojo cerrado y del kátodo á la palma de la mano, por tres minutos. Esta disposicion produce la sensacion de una luz azul en el campo visual. Luego se invierte la corriente y se deja obrar por otros tres minutos; entónces el campo visual es esclarecido por una luz color de naranja; *Purkinje, Ritter.* Se perciben á veces otros fenómenos luminosos por la excitacion de la retina, áun cuando sea por corrientes muy débiles. Un enfermo de *Duchenne*, que padecia una paresia facial, al cerrar el circuito sin-

tió como si todo el cuarto estuviese lleno de llamas, y quedó amaurótico desde aquel instante.

La excitacion eléctrica del *acústico*, observada ya por *Volta*, *Erman*, *Ritter*, fué estudiada por *Brenner*. Se obtiene de dos maneras: a. El sujeto se acuesta de un lado, se llena su oido de agua tibia y se introduce un reóforo aislado, miéntras que el otro reóforo es aplicado alrededor de la oreja; b. Se aplica un reóforo en la oreja ó al tragus (apretando fuertemente) y el otro á la mano. De todas estas maneras se producen sensaciones auditivas, comprendidas por *Brenner* en la siguiente *fórmula normal:*

Kátodo: Oclusion, sonido determinado.
„ Duracion, sigue el sonido, pero disminuyendo.
„ Abertura, ninguna reaccion.
Ánodo: Oclusion, „ „
„ Duracion, „ „
„ Abertura, sonido, parecido al de kátodo oclusion.

Estas sensaciones son acompañadas de dolor, vértigo, tos, contracciones de los músculos de la cara, sensaciones luminosas y gustativas, movimientos de deglucion.

Esta fórmula, admitida por la mayor parte de los médicos electro-terapéuticos, sirvió á *Brenner* de fundamento para establecer su *método polar*. *Hitzig* admite la fórmula, pero la explica por la teoría de direccion; *Benedikt* la ataca por las deducciones que *Brenner* saca de ella; *Wreden* demostró que, aplicando los polos de una manera conveniente, el nervio acústico da la *fórmula completa* de todos los demás nervios; *Schultz* explica la fórmula de *Brenner* por la excitacion refleja del trigémino ó simpático; *Schwartze* y *Duchenne* explican la sensacion eléctrica del oido por la contraccion de los músculos interiores del órgano, etc.

La excitacion del acústico es la manzana de discordia de la electroterapia. Lo más interesante es que la fórmula normal de *Brenner* se explica satisfactoriamente tanto por el método polar cuanto por el de direccion. Esto parece indicarnos que, segun los casos de que se trate, los dos métodos tienen su razon de sér y su aplicacion diagnóstica y terapéutica.

La faradizacion del oido se hace de la misma manera; el polo negativo adentro y el positivo afuera de la oreja.

Para electrizar el *nervio del gusto y el gloso-faringeo* se hace uso exclusivamente de la corriente galvánica. Los reóforos se colocan en la misma lengua ó en los dos lados debajo de la quijada inferior. La excitacion de la lengua produce un sabor alcalino en el kátodo y ácido en el ánodo. Estas sensaciones las atribuyen unos á la electrolizacion, otros con más razon á la excitacion del nervio gustativo. Se observan con frecuencia sensaciones gustativas, aunque los polos se apliquen en partes á veces muy distantes, por ejemplo, el negativo á la apófisis mastoidea y el positivo en la mejilla; las he observado en enfermas á

quienes se aplicaron los dos polos en el vientre. En estos casos no puede pensarse en electrolizacion.

La excitacion de la *mucosa nasal* (un conductor en la nuca y el otro en la mucosa) produce estornudos y varias sensaciones olfatorias de difícil calificacion *(Ritter)*, así como picazon y punzadas y aumento de secrecion *(M. Meyer)*.

La electrizacion de los órganos internos produce contracciones de sus músculos análogas á las funciones fisiológicas; más intensas por la faradizacion que por la galvanizacion. Para faradizar el esófago se introduce un conductor formado por una sonda flexible y aislada y el otro conductor se aplica al pecho ó al pulmon. Las corrientes farádicas provocan contraccion en los intestinos, las corrientes galvánicas calman los movimientos peristálticos, disminuyen el tono de los intestinos cuando son ♀ y lo aumentan cuando son ♂ (respecto á la direccion del intestino). Para electrizar el *recto*, un conductor aislado es introducido en el recto (4 á 6 pulgadas) y el otro se aplica al vientre.

En la laringe se practica la faradizacion *directa* (introduciendo un polo en la laringe) y la *indirecta (Mackenzie, Ziemssen y otros)*.

Para la electrizacion de la *uretra* y de la *vejiga* hay conductores especiales. El polo negativo debe introducirse y el positivo aplicarse en la ingle, en el vientre bajo ó en el intestino recto.

La electrizacion del *útero (Tripier)* produce la contraccion del órgano. Se introduce un reóforo en el útero, prévia aplicacion del espejo, y el otro se aplica en el intestino recto, en la vejiga ó en el vientre bajo ó en la cintura. En las doncellas úsase un reóforo plano encima de la sínfisis y el otro en la region lumbar.

Los *conductos biliares, los uréteres y los vasos deferentes* se contraen bajo la excitacion eléctrica y expulsan su contenido, y la faradizacion del *bazo* produce una contraccion notable y un decrecimiento de volúmen. *(Wagner, Rayer, C. Bernard, Chvostek, Botkin, etc.)* Una corriente mediana produce contraccion y diminucion de volúmen en los *vasos sanguíneos*, miéntras que las corrientes fuertes los paralizan y dilatan.

El movimiento de los epitelios vibratorios aumenta con la corriente galvánica y disminuye con la faradizacion *(Prevost, Dumas, Legros, Onimus)*.

El *protoplasma*, tanto en su forma ameboide cuanto en las celdillas de la sangre, de la linfa y saliva, sufre por la electricidad una alteracion grande en sus funciones vitales. Bajo la influencia de corrientes galvánicas de mediana fuerza, así como de la induccion farádica, estos órganos toman una forma globular, sus núcleos entran en movimiento molecular, y cuando las corrientes son de mayor intensidad, los corpúsculos salivales revientan y las otras formaciones del protoplasma mueren *(Brücke, Kühne, Neumann, Golubew)*.

Aplicacion de la electricidad como medio diagnóstico.

La aplicacion de la electricidad para el diagnóstico y la terapéutica se hace segun varios métodos, sea que se haga circular por todo el cuerpo (electrizacion general), ó que su accion se limite á determinadas partes (electrizacion localizada), sea que se haga uso de la electricidad galvánica ó de la farádica, sea que los efectos analizados se refieran solamente á la accion de los polos ó á la direccion de la corriente.

Antiguamente se usaba de la *electrizacion general*, por falta de estudios y de conocimientos suficientes. Duchenne de B. introdujo la electrizacion *localizada*, que forma el fundamento de la electroterapia científica.

Hoy dia en ciertos casos háse vuelto á aplicar la electrizacion general.

La discusion apasionada entre *Duchenne* y *Remak* ha terminado; conócense los efectos diferentes de las dos clases de electricidad, y hánse establecido las indicaciones diagnósticas y terapéuticas de cada una.

Otra cuestion, más bien teórica y de principio, divide todavía á los electroterapeutas, y es la cuestion del método para aplicar la electricidad (polar ó de direccion).

Remak, al estudiar los efectos del galvanismo en el organismo humano sano y enfermo, no consideró sino la direccion de la corriente y formuló su método ántes de que se hubiese descubierto el electrótono y establecido la fórmula de *Pflüger*. La mayor parte de los electroterapeutas adoptaron y practicaron el método de *Remak*. *Brenner* fué el primero en llamar la atencion sobre la accion diferente de los polos, y fundó en esto su *método polar* diagnóstico y curativo; considera que todo el efecto de la electricidad en el organismo se concentra en los lugares de aplicacion *(accion de los polos)*, y que la parte intrapolar no es interesada por la corriente; pues la mayor densidad de la corriente se da á conocer en los polos, y la electricidad en el cuerpo humano y entre los polos se reparte tanto, tanto, que ya no puede excitar los tejidos que atraviesa; por eso tambien no atribuye ninguna consecuencia á la direccion de la corriente.

La fórmula de reaccion eléctrica de los nervios, en consecuencia, no depende del efecto polarizante de la corriente sobre los elementos del nervio, sino la reaccion de la oclusion del circuito depende únicamente del Ka y la reaccion á la abertura del circuito dimana exclusivamente del An. Sobre esto edificó *Brenner* su método que consiste en la aplicacion de un polo (indiferente) en una parte indiferente del cuerpo (esternon, rótula, columna vertebral), miéntras que el otro polo activo *(diferente)* se aplica al nervio ó al músculo que se pretende excitar y que se le da alternativamente el efecto del An ó de Ka por medio de la inversion de la corriente. La fórmula de reaccion, establecida por este método y con la aplicacion de intensidades gradualmente crecientes, puede fácil-

mente verificarse sobre todo nervio motor. Suponiéndose la menor intensidad de la corriente igual 1 y subiendo progresivamente la mayor igual 7, la fórmula mencionada es la siguiente:

1.er Grado de reaccion. Contraccion al cerrar con el Ka.

2.º Grado de reaccion. Contraccion al cerrar con el Ka, más fuerte, y contraccion al cerrar con el An.

3.er Grado de reaccion. Lo mismo, más una contraccion ligera al abrir con el An.

4.º Grado de reaccion. Contraccion al cerrar con el Ka; esta contraccion se hace tónica y dura miéntras está cerrado el circuito.—Galvanótono, *Remak*.

5.º Grado de reaccion. Todas las reacciones mencionadas en mayor grado; más contraccion al abrir con el Ka.

6.º Grado de reaccion. Todas las reacciones mencionadas *muy intensas*. La contraccion al cerrar con el An se hace tónica.

7.º Grado de reaccion. Tétano al abrir con el An, en la tetania. Esta reaccion no puede obtenerse en un organismo sano, ni con las corrientes de la más grande intensidad.

Esta fórmula, fundada en el *método polar*, es conformada por *Ziemssen* y es aceptada como la normal.

Por otro lado, la asercion de *Brenner*, que la parte intrapolar del nervio no sea atravesada por ninguna corriente, ha sido refutada por los experimentos directos de *Burckhardt*, *Ziemssen* y *Erb*, los cuales demostraron, que unas corrientes de fuerza notable y en direccion determinada pueden pasar por los centros nerviosos.

No puede negarse que bajo ciertas circunstancias favorables se produce un efecto electrotonizante que depende de la direccion de la corriente; pero débese admitir que, si la corriente en su camino se encuentra con un conductor bueno (vasos sanguíneos), la mayor densidad de la corriente pasará por este camino, y que en la direccion deseada no habrá más que unos hilicos de electricidad. *No puede negarse tampoco la accion diferente de los polos; la accion del Ka, bajo todas circunstancias, es más intensa que la del An;* las reacciones de los nervios motores preséntanse con más rapidez, con más intensidad y extension en el Ka; los nervios sensibles, en lo general, no perciben sino el Ka por un ardor ligero en el cutis, de modo que la *sensacion pervertida* es considerada como un síntoma de hiperestesia, cuando el An es dolorosamente percibido, miéntras que el Ka no produce ninguna sensacion. El modo más sencillo de distinguir los dos polos es aplicar los dos reóforos mojados al cuello; el que primero excita los nervios sensibles es el Ka. De él se hace uso para excitar los músculos y los nervios; el An se aplica en las partes donde se busca un efecto calmante, v. gr., en los puntos dolorosos.

Los efectos polares son mas inteligibles, y por esta razon actualmente el método *polar* se emplea de preferencia para el diagnóstico, miéntras que para la

terapéutica se hace uso de los dos métodos, polar y de direccion, pues la diferencia no es más que teórica: para la práctica basta tener presente que la contraccion de cierre depende del Ka y la de abertura del An, y que en la aplicacion de los dos polos en un mismo nervio (corrientes nervales CN) prevalecerá la reaccion correspondiente al reóforo que está aplicado más cerca del centro, es decir, la de An en ♀ y la del Ka en ♂. La reaccion se produce de la misma manera, si los polos, en lugar de ser aplicados en un mismo nervio, lo son en dos nervios distintos, v. gr., en el mediano y en el radial; siendo la corriente leve, no se produce contraccion sino al cierre por el Ka, es decir, en los extensores al ♂ y en los flexores al ♀. Cuando la corriente se dirige de la médula espinal á un nervio (corriente espino-nerval, CEN), se observa que al ♀ la contraccion es más fuerte al cierre con el Ka que á la abertura con el An, por la mayor resistencia intercalada. Cuando un polo se coloca sobre un nervio motor y el otro sobre el músculo correspondiente (corriente nervo-muscular, CNM), el resultado dependerá del reóforo que se encuentra en el nervio *(M. Rosenthal)*.

Lo mismo vale respecto de los efectos diferentes de las corrientes espinales, CE (♀ cuando el An está colocado arriba (debajo de la sétima vértebra cervical) y el Ka en la region lumbar, y ♂ cuando los polos ocupan la posicion inversa) y de las corrientes ♀ y ♂ que van de la médula espinal á los plexos (corriente espino-plexual, CEP), así como de las corrientes musculares (CM), cuando los dos reóforos se aplican al músculo.

Cuando se trata de aplicar la electricidad como medio diagnóstico, importa sobre todo distinguir la excitacion polar de los nervios de la accion polar en la excitacion limitada á los solos músculos *(M. Rosenthal)*. En consecuencia, habrá de emplearse el método de *Brenner*, aplicando el reóforo indiferente en una parte indiferente, y el reóforo diferente (con la mayor exactitud) al nervio ó músculo que se quiere reconocer; el *cierre y la abertura* deben hacerse en la parte metálica del circuito (invertidor), los reóforos han de estar bien remojados, y se han de comparar escrupulosamente las partes enfermas con las buenas del otro lado (partes simétricas).

El reconocimiento debe hacerse con las dos clases de electricidad; la corriente galvánica nos hará conocer la excitabilidad de los nervios motores y de los músculos correspondientes, y la corriente de induccion nos proporcionará datos sobre las afecciones musculares y los desórdenes de la sensibilidad.

Todas las reacciones de los músculos y de los nervios pueden ser normales, disminuidas, extinguidas ó aumentadas, es decir, alteradas respecto á la cantidad y además alteradas respecto á la calidad. Considérase como *normal* el grado de reaccion que corresponde al estado de salud intacta ó á las partes sanas en comparacion con las enfermas; reacciones *exageradas* son las que con intensidades medianas de corrientes, con excitaciones leves pasan del grado de la reaccion normal; lo contrario constituye la reaccion *disminuida*.

La *sensibilidad electro-cutánea* nos enseña la reaccion de los nervios cutá-

neos á la excitacion farádica. Su grado se calcula conforme á la corriente más ligera que ya es suficiente para causar la sensacion más leve. *La comparacion de las partes simétricas del cutis es indispensable* para evitar equivocaciones. La sensibilidad electro-cutánea puede ser normal, exagerada (hiperestesia), ó disminuida (anestesia).

En los casos de parálisis espinales es más frecuente la anestesia que la hiperestesia; la anestesia total obsérvase en los casos de parálisis histérica de alto grado, acompañada de contractilidad electro-muscular disminuida; en la coréa la sensibilidad encuéntrase exagerada.

La *sensibilidad electro-muscular* es extinguida en la tabes dorsual, pues las contracciones musculares provocadas por la corriente de induccion no son percibidas por el enfermo; ella es exagerada en la histeria y en el período de alivio de las parálisis traumáticas (siendo normal ó disminuida la sensibilidad electro-cutánea, *M. Rosenthal)*.

La excitacion eléctrica de los *nervios motores y de los músculos* se hace por el galvanismo ó por la faradizacion, directa (en el músculo) ó indirectamente (por conducto de los nervios motores). Es preciso reconocer por las dos clases de corrientes, para interpretar bien el estado patológico. Siendo intacta la *contractilidad gálvano y farado-muscular*, la sustancia del músculo y las ramificaciones intramusculares del nervio motor no han sufrido ninguna alteracion; siendo *extinguida la contractilidad farado-muscular* y *conservada la gálvano-muscular*, es prueba que las terminaciones de los nervios están enfermas, pero que la sustancia del músculo está sana.

La *contractilidad electro-muscular* suministra datos preciosos acerca del estado de algunas partes componentes de grupos mayores de músculos en las afecciones paralíticas y paréticas, con referencia al grado de la enfermedad, al pronóstico y al diagnóstico diferencial. La contractilidad faradomuscular es *extinguida* en las paresias faciales reumáticas, en las parálisis traumáticas y saturninas *(Duchenne)*, miéntras que la contractilidad gálvano-muscular queda intacta. La contractilidad farado-muscular es *exagerada* en aquellas hemiplegias que van acompañadas de irritaciones motorias *(Erb)*, en las parálisis cerebrales *(Marshall-Hall)* en la tabes dorsual *(Gull)* y en los casos recientes de coréa unilateral *(M. Rosenthal)*. En las parálisis cerebrales se observan otras dos formas de reaccion, llamadas por *Benedikt* «*Reaccion de agotamiento*» y «*Reaccion convulsible.*» La primera obsérvase en los casos de parálisis determinada por afecciones de los hemisferios. Su carácter es que la reaccion normal, exagerada ó disminuida (al principio), baja rápidamente ó cesa completamente durante el reconocimiento. La reaccion *convulsible* (excitabilidad secundaria de *Brenner)*, consiste en que durante la excitacion la reaccion aumenta más pronto y llega á un grado mayor que en el estado normal.

Hay una especie de *excitabilidad farádica*, llamada refleja, que es de mucha importancia para el diagnóstico. Su carácter es que se presentan contracciones,

no solo de los músculos directamente excitados ó de los circunvecinos, sino de grupos de músculos distantes, del mismo lado del cuerpo y áun del lado opuesto *(contracciones diplégicas, Remak).* Esta excitabilidad refleja ha sido observada en la histeria, en la irritacion espinal, en algunas paresias faciales, en la atrofia muscular progresiva *(M. Rosenthal).*

En ciertas parálisis periféricas encuéntrase otra *anomalía de reaccion, cuantitativa* y *cualitativa.* La excitabilidad disminuye en sentido centrífugo, más todavía la farádica que la galvánica. Regenerándose el nervio puede haber una época en que el nervio, incapaz todavía de propagar la excitacion eléctrica, obedece al impulso de la voluntad. Estudiando bien estas parálisis, obsérvase que al principio hay un decrecimiento de la excitabilidad muscular; luego, despues de quince dias, más ó ménos, en el período de alivio, crece la excitabilidad galvánica, la fórmula normal de contracciones prodúcese por las intensidades ínfimas, trastórnase y áun inviértese el órden de las reacciones. El carácter de las contracciones altérase tambien; á unas contracciones lentas y poco enérgicas sigue luego un tétanos violento. *Erb* llama esta reaccion «*de degeneracion;*» se observa en las parálisis traumáticas acompañadas de lesiones graves de los nervios motores, en muchas parálisis reumáticas y saturninas, en la parálisis espinal infantil y en muchos casos de parálisis consecutiva de enfermedades graves *(Erb).*

De muchísima importancia para el diagnóstico son las *anomalías de la fórmula de contraccion;* ellas son tambien cuantitativas y cualitativas, y su conocimiento es indispensable para el diagnóstico diferencial de algunos casos.

En las neuralgias, por ejemplo, la contraccion por el cierre de Ka viene despues de la contraccion por el cierre de An, y la contraccion por la abertura de An viene más tarde que la contraccion por la abertura de Ka *(Eulenburg).*

En las hiperestesias del acústico (zumbido, etc.) suelen faltar algunas reacciones, que luego se producen en el oido bueno ó el órden de las reacciones es alterado y áun invertido *(Brenner).*

En la tetania hay una grande exageracion de la excitabilidad para la corriente farádica y todavía más para la galvánica; unas corrientes insignificantes provocan tétano al cierre por el Ka, una corriente mediana produce tétano al abrir por el An, reacciones que en el hombre sano no se obtienen ni con las intensidades más elevadas *(Erb, Chvostek).*

Un ejemplo demostrará que el reconocimiento eléctrico es de grande importancia, no solo para el diagnóstico, sino tambien para el pronóstico. Las paresias faciales pueden ser de orígen reumático ó central (cerebral). En las primeras la reaccion farádica es disminuida ó extinguida, la galvánica á veces es exagerada. Corrientes galvánicas que en el lado bueno no provocan ninguna contraccion, producen en el lado enfermo contracciones vivas al abrir y cerrar el circuito, y áun galvanótono. En las paresias faciales cerebrales la excitabilidad eléctrica es intacta para las dos especies de corrientes y hasta aumentada, aunque la parálisis hubiera durado años.

Respecto del pronóstico hay que tener presente que:

es bueno cuando la excitabilidad ha bajado poco y de igual manera para las dos especies de corrientes,—

es ménos favorable cuando la excitabilidad farádica ha bajado y aumentado la galvánica;—

y malo cuando la excitabilidad ha disminuido para las dos especies de corrientes.

En la cirugía se ha hecho uso de la electricidad para descubrir cuerpos extraños, proyectiles metálicos, en las heridas.

La *extincion completa de la contractilidad muscular eléctrica* es una señal segura de la muerte *(Crimotel* y *M. Rosenthal)*.

La electricidad puede prestar útiles servicios para descubrir algunas simulaciones.

Modo de aplicar la electricidad en la medicina.

Los métodos electro-terapéuticos son varios:

La *electrizacion general* ó la aplicacion *local* en las partes enfermas. La electrizacion general se practicaba antiguamente de esta manera: el enfermo, colocado sobre un banquillo aislado, ponia su mano sobre el conductor de una máquina y se cargaba con electricidad positiva (método nuevamente recomendado por *Clemens)*. Despues de la invencion de las máquinas de rotacion y de induccion voltaica, el método consistió en poner un conductor metálico en cada mano del enfermo, dejando pasar la corriente por todo el cuerpo. Este procedimiento empírico fué completamente abandonado por el método de faradizacion localizada de *Duchenne de Boulogne* y por la *galvanizacion localizada* de *Remak*. La electrizacion localizada es hoy el método generalmente adoptado. En ciertas enfermedades, algunos médicos, sobre todo americanos ó ingleses, hacen uso metódico de la electrizacion general que se aplica de dos maneras: *a*. párase el enfermo con los piés mojados en una placa de metal aislada que está en relacion con un polo, miéntras que el otro polo, por medio de unos trapos mojados en agua de sal ó de unas esponjas, se coloca en la parte donde se quiere provocar la mayor accion; *b*. colócase al enfermo en un baño grande ó en un medio baño, donde se encuentra sumergido un polo de una pila galvánica, miéntras que el enfermo, teniendo el otro polo en las manos, cierra el circuito con toda la superficie de su cuerpo *(baño eléctrico)*. El baño eléctrico es el objeto de una Memoria del Dr. *Schweig*, de Nueva-York. El Dr. *D. Poey*, de la Habana, indicó un modo de sacar por medio del baño eléctrico los metales de que el organismo

podia ser saturado, por ejemplo, del mercurio. Este método no ha sido acreditado por la experiencia.

Beard y *Rockwell*, de Nueva-York, son los principales campeones de la electrizacion general. El Dr. *Beard* propone otro método que llama *galvanizacion central.* El polo negativo colócase en el epigastrio y el positivo aplícase progresivamente á la cabeza, á los nervios simpáticos, bajando de la fosa auriculo-mastoidea á la clavícula, y luego en la espina dorsal; así el cerebro, el neumogástrico, la médula espinal y todos los plexos del simpático, —en realidad todo el sistema nervioso,— son sucesivamente atravesados por la corriente. Esta aplicacion será indicada cuando no pueda determinarse con precision el sitio de la enfermedad.—Duracion: 1 á 2 minutos para la cabeza, 1 á 5 minutos para los simpáticos y 3 á 6 minutos para la espina.

Los métodos más importantes y casi exclusivamente aplicados, son la faradizacion y la galvanizacion localizadas.

Ya hemos tratado de los métodos de faradizacion *(clavo, pinceladas, disciplina, moxa eléctrica);* queda que hacer mencion de un método de aplicar la corriente farádica en la cara de algunos individuos muy sensibles, es decir, de la *mano eléctrica.* El enfermo tiene un polo en la mano, el médico toma el otro polo con una de sus manos y usa la superficie dorsal de su otra mano como reóforo; intercalado así todo su cuerpo en el circuito, la corriente sufre una suavizacion notable.

Los dos métodos de galvanizacion usados de preferencia son el *estable* y el *lábil.* El primero consiste en tener los electrodos *fijos* y *firmes* despues de su aplicacion; en el método lábil un polo se mueve frotando sobre el punto motorio *(M. Rosenthal, Benedikt)* ó se pasa el reóforo en cierta direccion sobre la parte interesada (30 ó 40 veces), levantando despues de cada toque el reóforo y aplicándolo de nuevo *(Chvostek).* En la aplicacion estable aplícanse los reóforos con una intensidad baja de corriente, y váse aumentando la intensidad agregando poco á poco un elemento despues de otro, y al revés váse rebajando la intensidad de la corriente.

En lugar de la corriente lábil, y sobre todo, cuando se trata de conseguir excitaciones fuertes, úsanse las V. A. ó la brocha metálica.

Una sesion electro-terapéutica, cuando se trata de aplicacion medicinal (cutánea), debe durar 5 minutos por término medio, y no ha de pasar de 10 minutos sino en casos excepcionales. En la cabeza electrizamos por un minuto en la direccion ántero-posterior ó trasversal, en el simpático por un minuto de cada lado, en la espina dorsal (estable) de 3 á 5 minutos. En la aplicacion lábil el reóforo pasa por cada lugar de 30 á 40 veces, lo que corresponde á medio minuto más ó ménos. En las neuralgias se repiten las sesiones hasta que el dolor esté cortado por el momento; en el reumatismo muscular y articular del hombro, con estorbos funcionales del brazo y puntos dolorosos, aplíquese el An en la insercion del músculo deltóides y en el tubérculo mayor, hasta que quede mo-

mentáneamente restablecida la funcion; en el lúmbago dénse pinceladas en la region lumbar hasta que momentáneamente cese el dolor.

En cuanto á la intensidad de las corrientes galvánicas que han de usarse, la regla general es que *una corriente leve aplicada por un tiempo corto da los mejores resultados. Toda corriente que causa dolor, hace más daño que provecho, y eso tanto más cuanto más largo es el tiempo de su aplicacion.* Para la aplicacion estable háse de escoger la corriente más leve que todavía causa alguna sensacion; en la cabeza se aplican raras veces más de diez elementos; los ojos reclaman una atencion especial.—Téngase un cuidado particular en escoger los lugares de aplicacion; ténganse los reóforos firmes y fijos, auméntese la intensidad agregando gradualmente más elementos y disminúyase eliminándolos gradualmente.

Para la aplicacion lábil hácese uso de corrientes que determinen ligeras contracciones. Deben evitarse las intensidades que causan contracciones fuertes. *El efecto terapéutico no es de ninguna manera proporcional al grado de la contraccion.*

Las corrientes farádicas aplícanse segun lo reclaman los casos. Llámase fuerte una corriente de induccion que, aplicada á la eminencia tenar, causa una abduccion patente del pulgar, ó que, usando la disciplina eléctrica, hace aparecer pronto la rubicundez del cutis.

El tiempo *cuando* ha de aplicarse la electricidad, es igualmente importante. Varias afecciones se hacen incurables porque se ha dejado pasar el tiempo oportuno, por ejemplo, las paresias faciales, las parálisis de los músculos oculares, las neuralgias faciales, el mal de Basedow, la parálisis espinal infantil y otras. En las hemorragias cerebrales los más electrizadores recomiendan no se aplique luego la electricidad, fundándose en que despues de trascurridas dos ó tres semanas puede todavía conseguirse todo lo que debe esperarse; *Benedikt* es de otra opinion.

En cuanto á los lugares de aplicacion, para excitar los nervios y los músculos, colóquense los reóforos en aquellos puntos en que estos órganos son más superficiales. Estos *puntos motorios* han sido determinados de una manera clásica por *Duchenne* y *Ziemssen*. El cutis y los reóforos se han de mojar. Cuando el cutis es seco y grueso, se le frota previamente con un cepillo ó con un guante. Para los músculos del tronco y de las extremidades se usan reóforos con esponjas mojadas; para los músculos pequeños, como los de la cara, los interóseos y lumbricales se aplican directores cónicos, cubiertos de cuero ó de esponjas. La faradizacion con reóforos anchos (2 pulgadas) causa ménos dolor en el cutis.

Los nervios y músculos de la cara.

Encuéntrase el *nervio facial* debajo del conducto auditivo externo en los individuos flacos; si no, debajo de la oreja entre la rama ascendente del maxilar inferior y la apófisis mastoidea. Tan pronto como pasa una corriente de induccion se produce un gesto espantoso, arrúgase un lado de la frente, ciérrase el yojo la boca y las narices son dislocadas de una manera terrible.

Ramificaciones del facial. La rama auricular posterior que va al m. occipital, al *retrahens* y *attollens auriculæ* se encuentra entre la insercion del cartílago de la oreja y la apófisis mastoidea. Su faradizacion lleva la oreja hácia atrás y arriba, y el cuero cabelludo para atrás.

Las ramas del facial que van á los músculos estilo-hioideo y digástrico pueden faradizarse en personas muy delgadas, apretando un reóforo cónico detrás de la apófisis condiloidea del maxilar inferior. Estos músculos llevan el hueso hioides hácia fuera, hácia arriba y atrás.

Las ramas mayores del facial se encuentran fácilmente sobre la parótida. Las ramas destinadas al *m. frontal* se alcanzan en el arco zigomático y en la sien. Su faradizacion hace arrugar la frente y dislocarse la *glabela* y el párpado superior.

La rama para el *corrugator supercilii* se excita en el punto de cruzamiento con el arco zigomático de una línea, que va del orificio externo del oido á la ceja. Su contraccion hace bajar la ceja, y en el máximum el párpado superior se ve cubierto por ésta. La parte interior de la ceja es llevada hácia arriba y la línea média y el cutis de la frente es arrugado verticalmente.

La rama del *orbicular de los párpados* puede alcanzarse sobre el hueso zigomático ó sobre la parótida. Faradizado el músculo, ciérrase el ojo y arrúgase el cutis de los párpados.

El *músculo zigomático mayor* es accesible á la faradizacion indirecta, colocando un reóforo delgado en el borde exterior é inferior del hueso zigomático. Su contraccion lleva el ángulo de la boca y parte del labio superior hácia arriba y afuera, y arruga el cutis de la mejilla.

El mejor lugar para faradizar el *m. zigomático menor*, es el borde inferior del hueso zigomático, adonde se reune éste con el maxilar superior. El efecto es, que el labio superior es llevado hácia arriba y afuera. Como al mismo tiempo las ramificaciones del n. supra-orbitario (del trigémino) son faradizadas, la operacion es muy molesta.

El *elevador del labio superior* no es fácil faradizarlo aisladamente, porque el n. infraorbitario se encuentra precisamente detrás de él, y su faradizacion causa movimientos reflejos. Su accion es levantar el labio superior en una direccion vertical, lo que hace visibles los dientes.

El *elevador del labio superior y del ala de la nariz*, es accesible en un punto que corresponde á la parte inferior del tercio superior del lado de las narices. Levanta el labio superior y los cartílagos laterales de la nariz.

El *compresor y piramidal de la nariz* pueden ser faradizados desde un punto situado un poco más arriba del que indicamos para el músculo anterior. El cutis de las narices es arrugado, el de la glabela alisado y llevado hácia abajo, y la parte interna de la ceja es atraida hácia abajo y hácia la línea média.

El *orbicular de la boca* recibe 4 ramas del facial, una para cada lado de ambos labios, y necesita para su faradizacion 4 reóforos aplicados simultáneamen-

te, si se quiere obtener una contraccion completa. La rama del *buccinador* se alcanza en el márgen interior del masetero, pero el músculo puede ser faradizado desde la cavidad bucal; la mucosa entónces es arrugada fuertemente y la mejilla apretada contra los dientes.

El *triangularis menti* recibe una rama que se extiende tambien al *m. mentalis*; el *quadratus menti* ha de faradizarse directamente, y el *levator menti* recibe una rama del facial que es accesible á la faradizacion. Los *mm. masetero y temporal* no pueden ser faradizados sino directamente, por la situacion profunda de sus nervios.

Los nervios y músculos del cuello. El *m. pellejero* (platysma myoides), es faradizado indirectamente aplicando un reóforo al márgen interno de la parte mediana del m. esterno-cleido-mastoideo, y el otro en la mitad de la rama ascendente del maxilar inferior; el primer reóforo excita los nervios que van al músculo viniendo del plexo cervical, y el segundo toca las ramas que vienen del facial para ir al músculo. La rama exterior del *n. accesorio* es alcanzada en su camino hácia el m. trapecio, detrás del esterno-cleido-mastoideo. Su faradizacion hace doblar la espina cervical, empuja el maxilar inferior hácia adelante y voltea la cara para el lado opuesto; asimismo el hombro es levantado y acercado á la apófisis mastoidea.

Se faradiza el *m. esterno-cleido-mastoideo*, colocando los reóforos un poco más abajo de los puntos en que se faradiza el n. accesorio. Faradizando los dos músculos, la cara es llevada hácia adelante, la barba levantada y la espina cervical fuertemente doblada. El m. trapecio ha de ser faradizado indirectamente, aplicando los reóforos á la rama terminal del n. accesorio, adonde éste sea muy superficial. Faradizándose los dos músculos, ambos hombros son levantados y los omoplatos acercados á la espina.

Se puede llegar al *n. hipogloso* arriba del cuerno mayor del hioides. Una ramita para el m. omo-hioideo se encuentra en el márgen interno del m. esterno-cleido-mastoideo, miéntras que el esterno-tiroideo y el tiro-hioideo han de ser faradizados directamente.

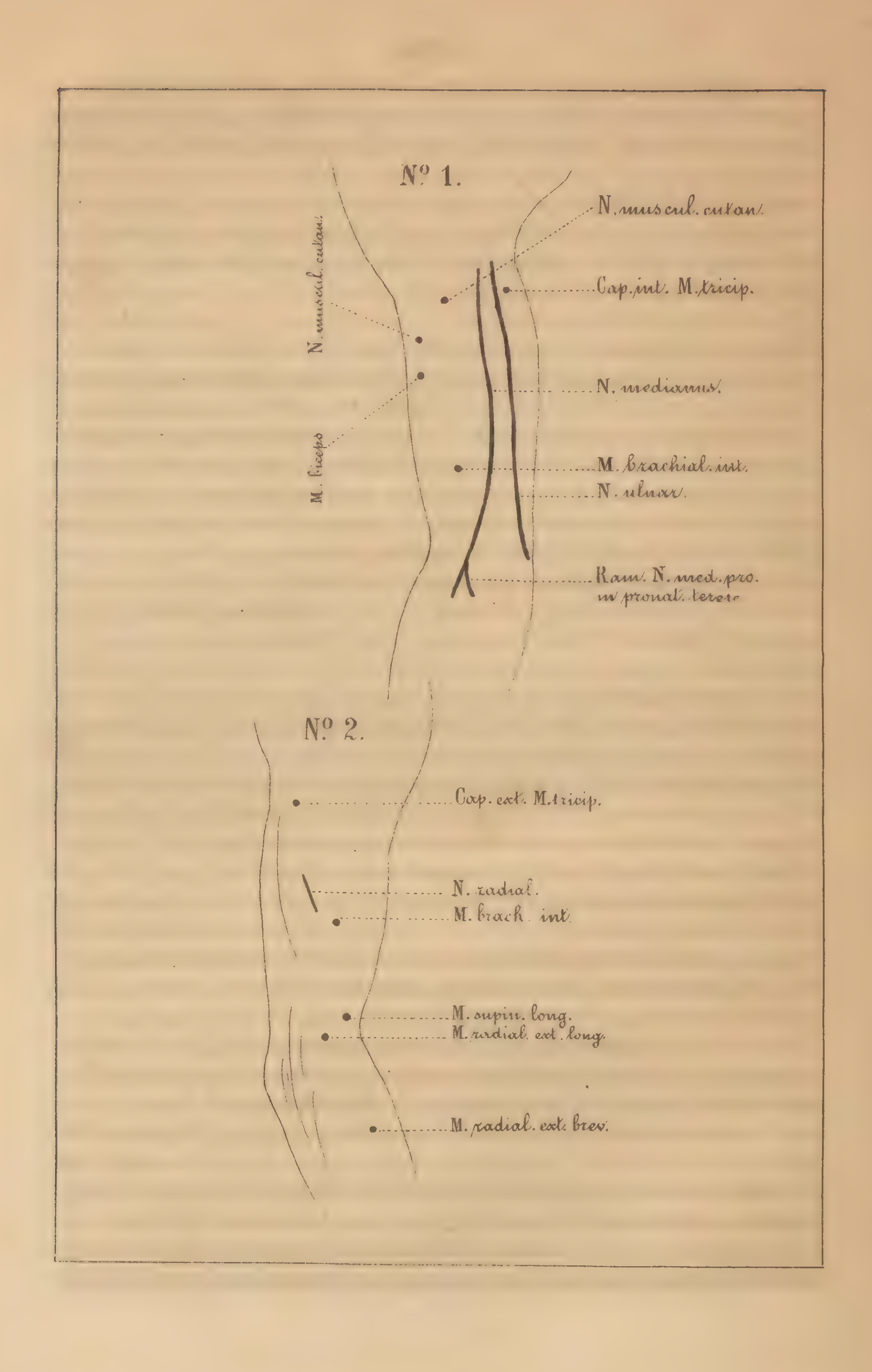
Encuéntrase el *neumo-gástrico* en el borde interno ó anterior del esterno-cleido-mastoideo, en el punto de su decusacion con el m. omo-hioideo;

el *n. laringeo superior* junto al cuerno superior, y

el *recurrente* junto al cuerno inferior del cartílago tiroides;

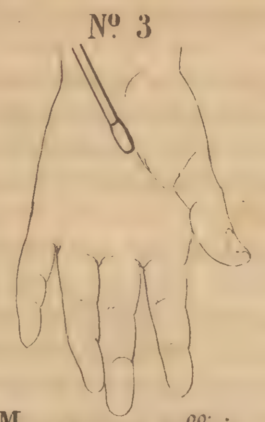
el *frénico* en el borde externo del m. esterno-cleido-mastoideo, ántes de su decusacion con el m. omo-hioideo. La excitacion de los frénicos es de mucho interés para *provocar la respiracion artificial* y para el *tratamiento del singulto* (hipo).

Para provocar la respiracion artificial, úsanse reóforos anchos; el m. esterno-cleido-mastoideo dislócase un poco en la direccion de la linea média, apriétanse los reóforos como para penetrar debajo del músculo en la direccion de la abertura entre los músculos escalenios, y aplícase una corriente, interrumpida al rit-

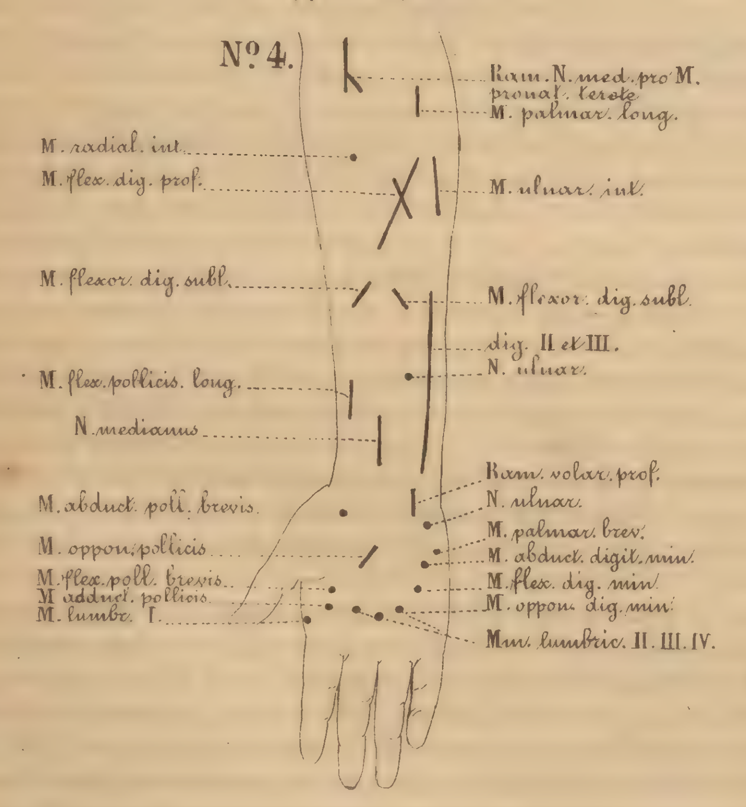


Nº 1.
N. muscul. cutan.
Cap. int. M. tricip.
N. mediamus.
M. brachial. int.
N. ulnar.
Ram. N. med. pro. in pronat. teres.
N. muscul. cutan.
M. biceps
Nº 2.
Cap. ext. M. tricip.
N. radial.
M. brach. int.
M. supin. long.
M. radial. ext. long.
M. radial. ext. brev.

No. 3



M. opponens pollicis



mo de la respiracion por medio del interruptor, y sin quitar los reóforos. Para curar el hipo, úsanse reóforos delgados aplicados de la misma manera. Al pasar de una corriente de induccion de mediana fuerza, cesa luego el hipo y prodúcese una inspiracion profunda. Por el mismo método se excita el diafragma cuando está paralizado.

Se alcanza el *plexo braquial* arriba del tercio externo de la clavícula; el *n. torácico posterior* un poco abajo del accesorio externo, su faradizacion causa contraccion de los mm. rombóides y serratus posticus major; el omoplato es llevado hácia arriba y hácia la columna vertebral, y las costillas superiores son ligeramente elevadas;

el *n. torácico lateral* que inerva el *m. serratus anticus* se halla inmediato á la clavícula, cerca del márgen del m. trapecio. Su faradizacion lleva el omoplato hácia afuera y adelante, y el acromio es elevado. La clavícula se retira del tórax, y las fosas supra é infraclavicular se ven más profundas:

el *n. torácico anterior* se encuentra arriba ó detrás de la clavícula ó en el márgen superior del *m. pectoral mayor*. Su faradizacion causa adduccion del brazo, de modo que el codo llega á la línea mamilar.

Nervios y músculos de la extremidad torácica. El *nervio axilar*, que va al m. deltoides, se encuentra en la fosa axilar, y el *n. músculo-cutáneo* se alcanza en el surco de los mm. bíceps y córaco-braquial. Su excitacion causa una flexion fuerte del codo. Llégase al *n. mediano* junto á la arteria braquial, en el tercio inferior é interno del brazo. Su faradizacion causa contraccion del pronator teres et quadratus, del radialis internus, palmaris longus, flexor digitorum sublimis et profundus, de los músculos del ténar y de los 3 primeros lumbricales. El antebrazo está en pronacion, la mano en flexion radial, los dedos en flexion y el pólice en oposicion. En el antebrazo se encuentra muy superficial, arriba de la articulacion de la mano, entre los tendones de los mm. radial interno y palmar largo. Su faradizacion en este lugar causa abduccion y oposicion del pólice y flexion de las primeras falanges del índice y del dedo medio. Los flexores de los dedos han de ser faradizados directamente. El flexor largo del pulgar puede ser faradizado poniendo los reóforos arriba de la articulacion de la mano, entre los tendones del radial interno y del supinador largo. Las ramitas para los mm. abductor, oponente y flexor breve del pólice, están reunidas.

El mejor lugar para faradizar el *n. ulnar*, se halla entre el olécrano y el epicóndilo interno. Este procedimiento causa contracciones del m. ulnar interno, del flexor profundo de los dedos, del palmar breve, de los músculos del dedo auricular, de los interóseos, del 4.° lumbrical y del adductor del pólice. La faradizacion del n. ulnar en el antebrazo, al lado radial del tendon del m. ulnar interno, causa adduccion del pólice, flexion y oposicion del dedo auricular, flexion de los demás dedos en las coyunturas metacarpo-falangianas, y la palma de la mano se hace más cóncava. La ramita para el abductor del auricular, encuén-

trase en el lado externo del hueso pisiforme; la destinada al adductor del pólice entre los metacarpianos del dedo primero y segundo.

Los mm. interóseos externos pueden faradizarse directamente en el dorso de la mano; aplicando una corriente farádica leve, cada uno de ellos responde separadamente. Una corriente de más intensidad causa tambien contraccion de los interóseos internos.

El *n. radial* es de fácil acceso en medio de una línea que va del epicóndilo radial á la insercion del m. deltoides. Para el m. triceps es preferible la faradizacion directa, y lo mismo para el m. supinador largo. La faradizacion del n. radial provoca contracciones del supinador breve, del ulnar externo, radial externo, extensor comun de los dedos, extensor propio del índice y del auricular, de los dos extensores y del abductor del pulgar; observamos supinacion del antebrazo, extension de la mano y del pulgar, así como de las primeras falanges de los demás dedos.

En cuanto al extensor comun de los dedos, en el mayor número de personas necesita faradizarse directamente; extiende la mano y los dedos, y los separa dejando las últimas falanges en ligera flexion, pues no obedecen á este músculo. Tambien para el m. ulmar externo es preferible la faradizacion directa, y lo mismo puede decirse respecto á los demás músculos.

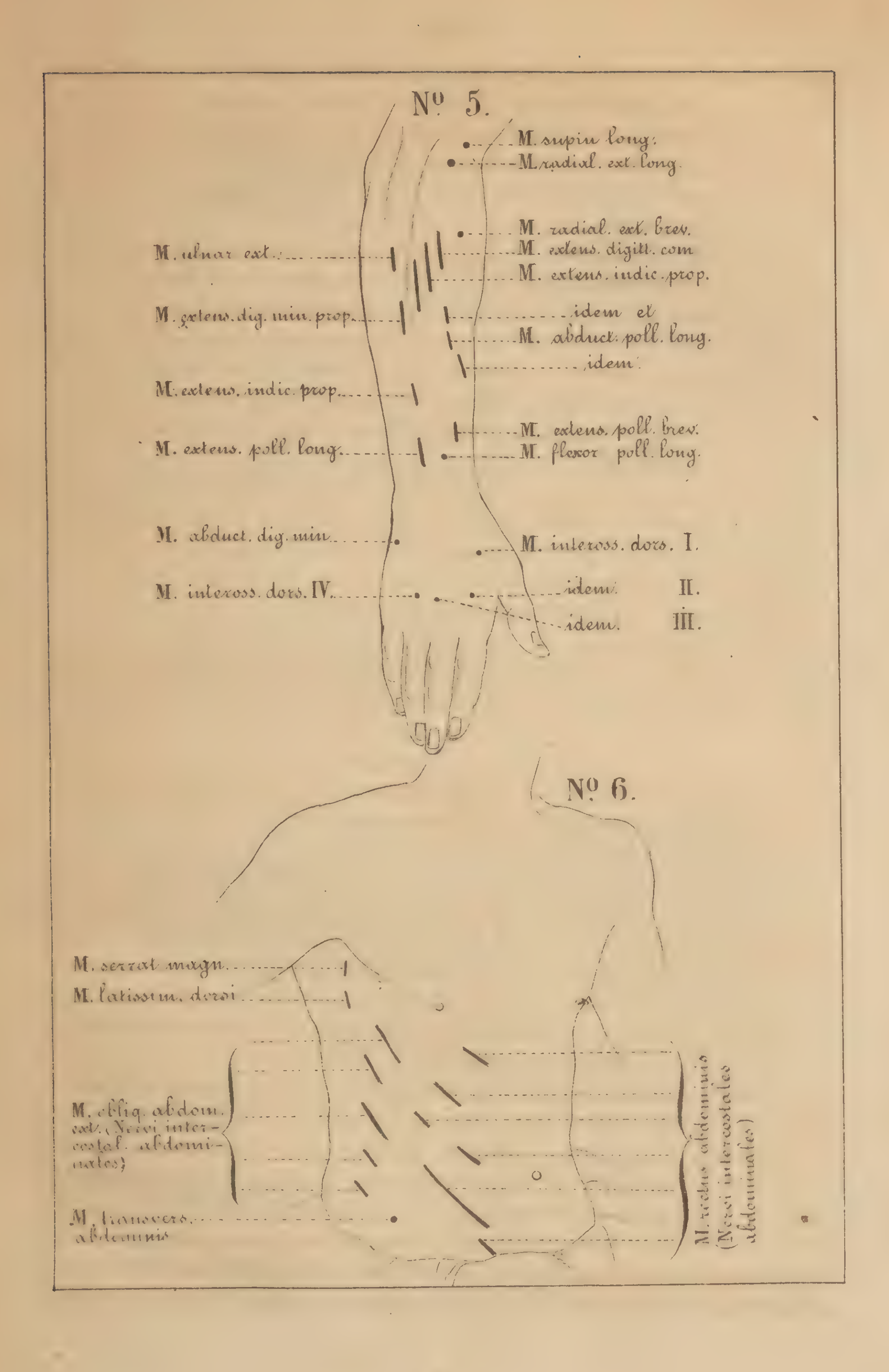
Músculos del tronco.

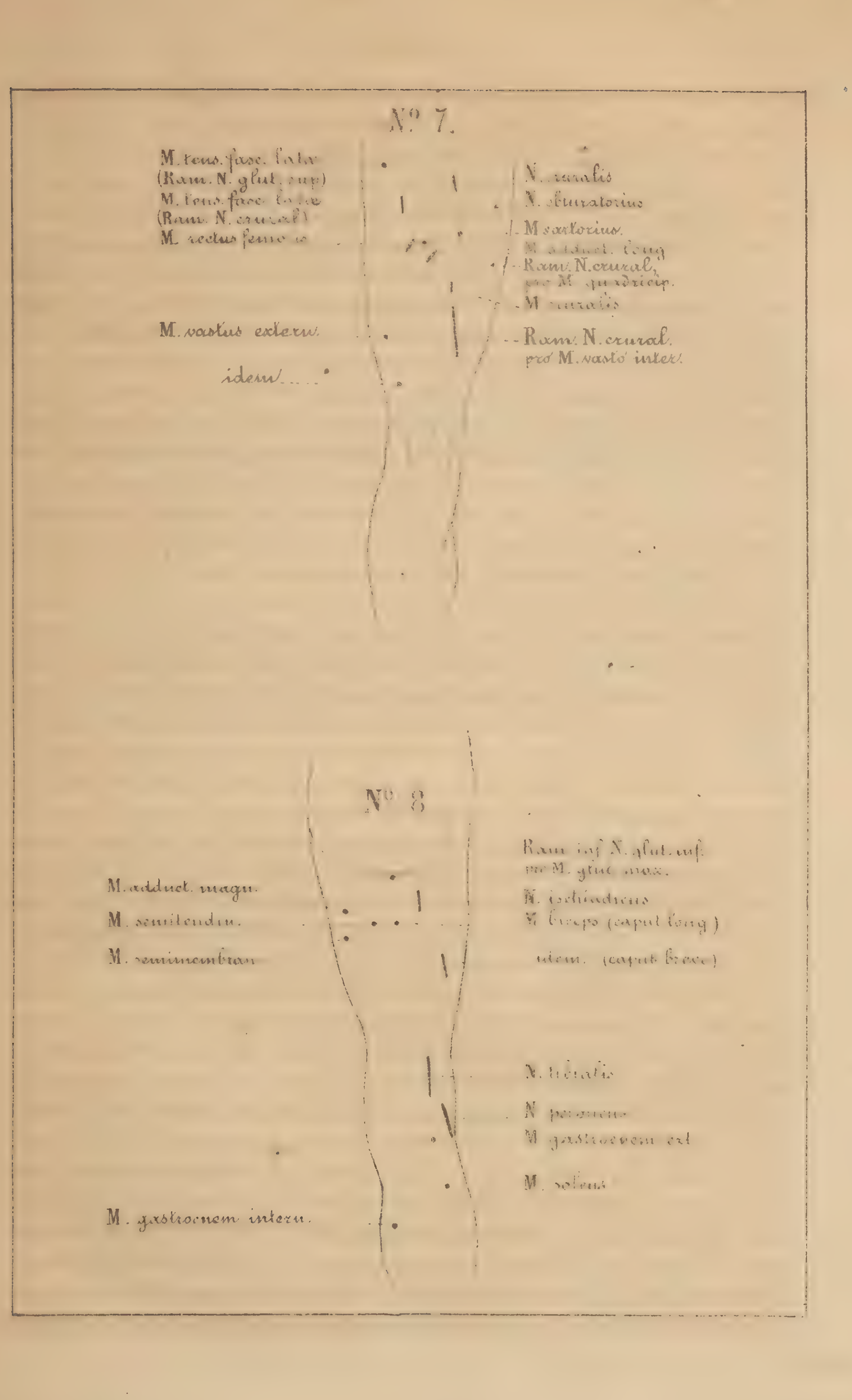
Los intercostales exteriores pueden faradizarse apretando un reóforo delgado contra el borde inferior de la costilla, cerca del orígen del m. serratus major, y causan una elevacion imperfecta de las dos costillas inferiores. Los nervios intercostales abdominales pueden ser faradizados en los espacios intercostales. El m. recto del vientre recibe algunas ramitas en su borde externo. Respecto á los otros nervios de los mm. abdominales véase el diagrama.

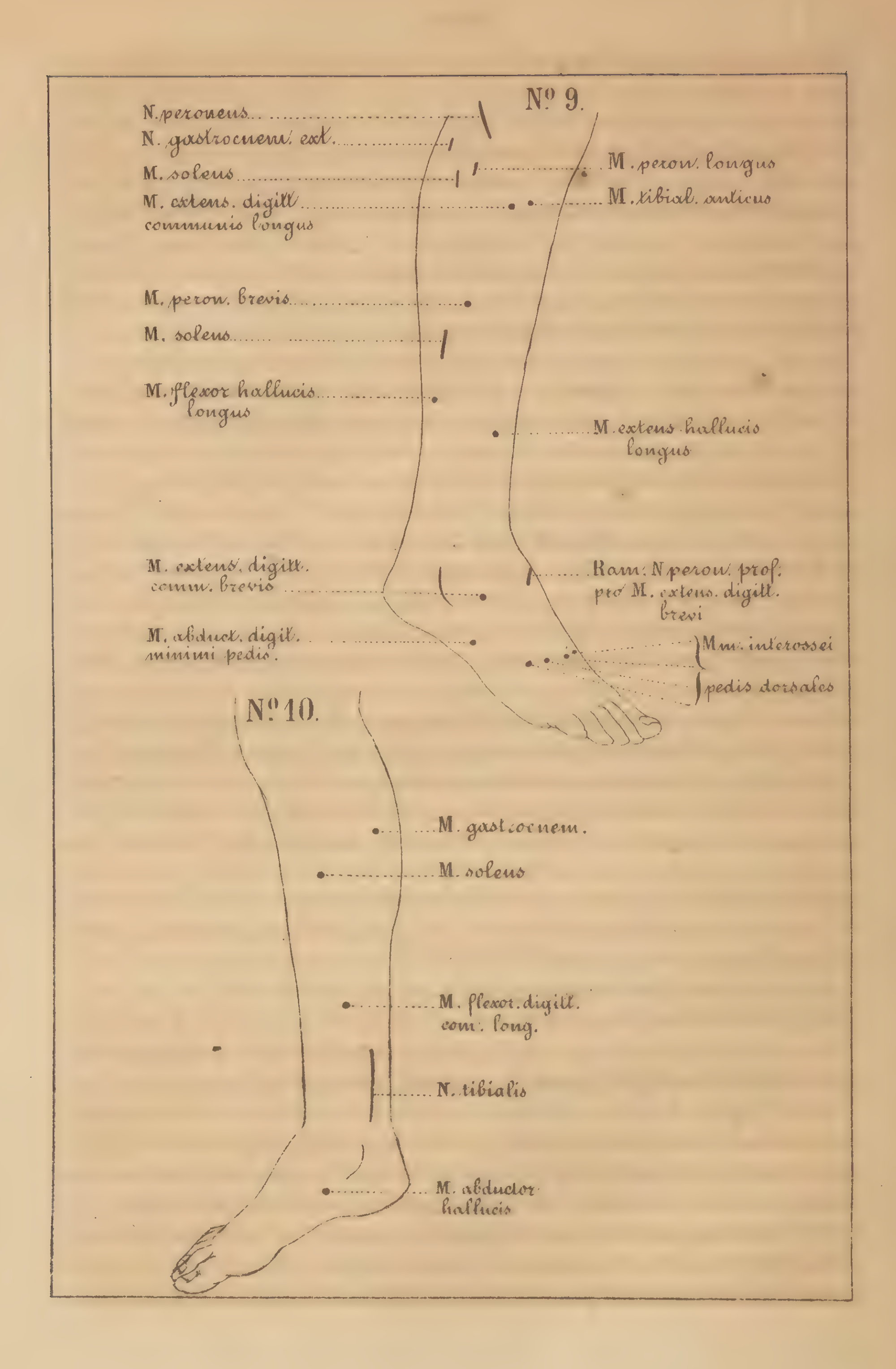
Músculos de las extremidades abdominales.

Los músculos de la cadera y del muslo requieren más fuerza farádica, por lo grueso del cutis y del panículo adiposo y la masa de las carnes. La pierna es mucho más sensible.

El *n. crural* descúbrese fácilmente en la ingle; su faradizacion hace extender la pierna. Su rama principal, que va al recto, se encuentra en el márgen interno. Las otras ramas véanse en el diagrama. Para electrizar el *n. obturador*, se pone el reóforo verticalmente á la rama horizontal del pubis ó á la circunferencia intero-posterior del muslo. Los *mm. glúteos* deben faradizarse directamente, porque sus nervios están demasiado profundos. El *n. isquiático* puede ser faradizado entre la tuberosidad del isquion y el trocánter mayor. La contraccion de los músculos que rige, causa flexion de la pierna y contraccion de todos los músculos de la pierna y del pié; con motivo de los músculos gruesos del muslo, que le cubren, su faradizacion reclama una corriente poderosa. El diagrama enseña los puntos en que se han de faradizar los músculos de la parte posterior del muslo.


Nº 5.
M. supin. long.
M. radial. ext. long.
M. radial. ext. brev.
M. ulnar. ext.
M. extens. digit. com.
M. extens. indic. prop.
M. extens. dig. min. prop.
idem et
M. abduct. poll. long.
idem.
M. extens. indic. prop.
M. extens. poll. brev.
M. extens. poll. long.
M. flexor poll. long.
M. abduct. dig. min.
M. inteross. dors. I.
M. inteross. dors. IV.
idem. II.
idem. III.
Nº 6.
M. serrat. magn.
M. latissim. dorsi
M. obliq. abdom. ext. (Nervi inter-costal. abdomi-nales)
M. transvers. abdominis
M. rectus abdominis (Nervi intercostales abdominales)


Nº 7.
M sartorius.
Ram. N. crural.
pro M. vasto inter.
M. vastus extern.
idem
Nº 8
M. adduct. magn.
M. semitendin.
M. gastrocnem intern.



Nº 9.
N. peroneus
N. gastrocnem. ext.
M. soleus
M. extens. digitt communis longus
M. perow. longus
M. tibial. anticus
M. perow. brevis
M. soleus
M. flexor hallucis longus
M. extens. hallucis longus
M. extens. digitt. comm. brevis
Ram. N perow. prof. pro M. extens. digitt. brevi
M. abduct. digit. minimi pedis.
Mm. interossei pedis dorsales
Nº 10.
M. gastrocnem.
M. soleus
M. flexor. digitt. com. long.
N. tibialis
M. abductor hallucis

El *n. peroneo* es accesible en la circunferencia posterior de la extremidad superior del peroné y el *tibial* en medio de la corva y en el cuarto inferior de la pierna, entre el borde interno de la tibia y el tendon de Aquiles. La faradizacion del peroneo causa contraccion de los mm. peroneos, tibial anterior, de los dos extensores de los dedos y del extensor largo del dedo gordo del pié. Los puntos motorios de los varios músculos de la parte anterior de la pierna, encuéntranse en el diagrama. La faradizacion del n. tibial causa contraccion de todos los músculos de la parte anterior de la pierna y de la planta del pié. Los puntos motorios del gastrocnemio, soleo, flexor comun largo de los dedos y abductor del dedo gordo, véanse en el diagrama.

Para la galvanizacion de los nervios motores y de los músculos hay varios métodos, incluyendo ó excluyendo la médula espinal. Cuando ésta queda fuera del circuito, aplícase el An á una parte del cutis donde el nervio es accesible y el Ka á una parte más periférica. Cuando se quiere comprender la médula en el circuito, el An puede colocarse en la region lumbar, dorsal ó cervical de la espina. *En igualdad de circunstancias el efecto es tanto más grande, cuanto más cerca de la médula oblongada está la parte de la espina sobre que se obra.* La aplicacion periférica está indicada cuando la afeccion es periférica; en las afecciones centrales han de emplearse aplicaciones centrales y periféricas.

Para electrizar los músculos de la cara anterior del muslo en general, aplíquese el An á la region lumbar y paseése el Ka diagonalmente desde la espina ant. sup. del ilion hasta el cóndilo medial de la tibia; para excitar los músculos de la cara externa del muslo llévese el Ka desde el punto de salida del n. isquiático hasta la extremidad superior del peroné. En la diagonal longitudinal de la corva encuéntrase el n. popliteo (estos procedimientos se expresan abreviados: CEN y CEM ℘, extr. inf.) Para excitar los nervios genitales llévase el Ka en una direccion paralela al ligamento de Poupart, desde la espina ant. sup. del ilion hasta la sínfisis (CEN ℘ genit.)

Electroterapia.

Queda que tratar de los métodos que han de aplicarse en las diferentes enfermedades que son susceptibles de ser modificadas por el uso de la electricidad.

El Dr. Althaus hace algunas reflexiones muy juiciosas tocante á esta materia. Parecerá extraño acaso el gran número de enfermedades tan distintas que suelen curarse con el método electroterápico. Pero es preciso considerar que la electricidad no puede compararse con un solo remedio. Hay cuatro formas de ella, y cada una posée propiedades peculiares; de la sola corriente contínua pueden obtenerse efectos estimulantes, electrotónicos, electrolíticos ó cauterizantes. La patología moderna da mucha importancia á los nervios vaso-moto-

res y tróficos, y se comprende *à priori* que un agente que, por los experimentos lo sabemos, ejerce una influencia notable sobre estos nervios, pueda ser eficaz para modificar su estado mórbido. El efecto estimulante directo de la corriente constante en los nervios vaso-motores, trasmitido por ellos á los vasos sanguíneos y linfáticos, es lo que *Remak* llama «*Katálisis*» y *Althaus* el *Katelectrótono del sistema de los nervios vaso-motores*. El mejor modo de provocarlo es la galvanizacion del simpático cervical.

No pretendemos que todas las enfermedades de que vamos á hablar han de curarse solo, ó únicamente, por la electricidad; no queremos recomendar una panacea ni excluir el uso de otros remedios. La cuestion será escoger entre los remedios que se aplican contra ciertas enfermedades el más seguro, el más violento y el ménos desagradable. Al contrario, en el mayor número de casos convendrá asociar á la electroterapia otros agentes curativos, ya sean remedios farmacéuticos ó la termoterapia, la hidroterapia y la gimnástica racional. Pero hay tambien enfermedades en que *solo* la electricidad puede dar resultados benéficos, aunque no se puede negar que el modo preciso de obrar de la electricidad está todavía hasta cierto grado envuelto en el misterio.

Generalmente la electricidad debe aplicarse por cuatro ó seis semanas, todos los dias, ó alternando un dia sí y otro no. Si el resultado se consigue ántes, el tratamiento cesará. Si al cabo de un mes ó seis semanas el enfermo no estuviere aliviado, conviene interrumpir por un mes ó dos y volver á comenzar despues. Solo en la atrofia muscular progresiva y en las parálisis espinales y periféricas debe continuarse el tratamiento sin interrupcion.

Una buena regla práctica para esos casos es: *suspender el tratamiento, cuando el enfermo ya no se alivia ó que se pone peor, ó cuando se presenten síntomas de saturacion galvánica (Althaus).* Estos síntomas son: *un sabor galvánico persistente*, falta de sueño, inquietud, zumbido en los oidos, vértigos y una laxitud general. Presentándose estos síntomas, indican que el organismo es superpolarizado. Solo el galvanismo puede producir la saturacion; la suspension del tratatmiento galvánico es suficiente para que cese *(Althaus).*

I. Desórdenes mentales. *Arndt*, *Williars*, *Luys*, han obtenido algunos resultados. La galvanizacion del cerebro influye en la circulacion capilar y la modifica, y provoca el sueño *(Onimus);* desde luego su aplicacion en los casos de alienacion no es puramente empírica.

II. Agotamiento cerebral *(Radcliffe).* Cuando la falta de sueño es un síntoma dominante, la regla es producir el anelectrótono, y el katelectrótono es un remedio excelente cuando hay modorra durante el dia. El Dr. *Althaus* opina que la produccion de katelectrótono de la médula, del cerebro y del simpático cervical ejerce un efecto favorable en la *dipsomanía.*

III. Parálisis.—*Cerebrales.* Galvanizacion del cerebro, ántero-posterior y transversal, por las sienes y por las apófisis mastoideas, simpat. ♂, Galv. de los músculos paralizados; Galv. y Faradizacion de sus antagonistas. El tratamiento

no debe comenzarse sino cuatro semanas despues de la apoplegía. El pronóstico es desfavorable cuando hay reaccion convulsible y de agotamiento ó afasia completa.

Parálisis espinal, verdadera falta de movimiento, no falta de coordinacion, viene de lesiones primarias de las columnas ántero-laterales y de la sustancia gris ó de afecciones de las meninges y vértebras. Galv. CE ♀, simp. ♂, excitacion de los músculos antagonistas, galvánica y farádica. Cuando hay parálisis de los esfínteres de la vejiga ó del ano, Farad. con reóforos mojados. Aplicacion: perineo-sínfisis, os sacrum-ano. Suele tambien introducirse el excitador de la vejiga ó del ano, y cerrarse el circuito en los puntos mencionados. El pronóstico es mejor en los casos recientes y en los individuos jóvenes.

Parálisis histérica. Galv. de la médula espinal, anelectrótono cuando hay mucha excitabilidad, katelectrótono cuando hay depresion; Farad. de los miembros paralizados con la brocha eléctrica.

Parálisis saturnina. Ioduro de potasio para remover el plomo, katelectrótono de los nervios que padecen, V. A. á los músculos.

Parálisis reumática, Farad. en los casos recientes.

Parálisis periférica traumática. Galv. efecto dudoso.

Parálisis infantil esencial. Solo el uso prolongado de la electricidad da resultados. El pronóstico es tanto más favorable cuanto son más recientes los casos. Farad. cuando todavía existe la excitabilidad farado-muscular, si no Galv. CEM ♂ y CEN ♀.

Parálisis labio-gloso-faríngea (Duchenne) ó *bulbar progresiva*, atrofia progresiva del núcleo del hipogloso en el calamus scriptorius, y algo ménos del núcleo del neumo-gástrico. *Benedikt* es el único que obtuvo buenos resultados con la galvanizacion, probablemente porque se encontró con casos recientes.

Parálisis consecutiva á algunas enfermedades agudas. Galv., Farad. y baños termales. Cuando hay mucha emaciacion del miembro enfermo, la corriente constante aplicada por mucho tiempo es el único remedio.

Parálisis diftérica. Galv. y Farad. alternando; cambio de temperamento, baños y tónicos.

Parálisis de los nervios y músculos de los ojos. Galv. An en la frente ó en la nuca, Ka lábil en el lugar del mal; en la afeccion del m. recto interno, en el lacrimal y en las narices; en la paresia del m. recto externo, en el ángulo externo del ojo y el zigomático; en la midríasis An en el ojo cerrado, Ka lábil alrededor del ojo.

Parálisis y paresia facial. En casos recientes: Farad. con reóforos mojados ó brocha eléctrica; no han de provocarse contracciones. *En casos inveterados:* Galv.; sobre todo, cuando la excitabilidad farádica está extinguida y la galvánica conservada ó aumentada. An á la fosa aurículo-maxilar, Ka lábil á los músculos paralizados, uno por uno, hasta provocar contracciones ligeras; si esto no surte, V. A. Con alguna constancia se obtienen curaciones hasta despues de 20

años de enfermedad. En los casos de orígen central Galv. de la cabeza de un lado para otro y del simp. ♂.

Parálisis de las cuerdas vocales, afonia y disfonia. Farad. del cutis con la brocha eléctrica; Farad. intralaríngea, con reóforos especiales, simples ó dobles, el otro reóforo al exterior de la laringe.

Deglucion difícil debida á parálisis ó espasmo de la faringe ó del esófago. Farad. y Galv.

Parálisis de los músculos del tronco. (Torticolis, parálisis del m. serratus). Farad. local.

Parálisis del n. radial, ulnar, mediano. Galv. C E N ♀ y Farad. de los músculos interesados.

IV. Afecciones espasmódicas. *Corea.* Galv. simpat., C E y C E N á las extremidades, Galv. y Farad. de los miembros, alternativamente; gimnasia, afusiones frias, tónicos, estricnina, etc. Alivio pronto.

Neurosis coordinadas particulares á ciertas profesiones (escribientes, tejedores, pianistas). En las formas paréticas Farad. de los músculos afectados, en las formas espasmódicas Galv. C E N ♂ en las extremidades.

Torticolis espasmódico, caput obstipum C E N ♂ al n. accesorio, el Ka á la parte superior del m. esterno-cleido-mastoideo.

Epilepsía. En algunos casos la Galv. ha dado buenos resultados, provocando anelectrótono de los centros nerviosos y de aquellos nervios periféricos en cuya provincia suele percibirse el aura.

Asma. En aquellos casos que son debidos á un estado espasmódico de las partes inervadas por el neumo-gástrico, el anelectrótono de este nervio y la faradizacion del frénico pueden proporcionar buenos resultados.

Parálisis agitans. Cuando el caso es reciente y la afeccion limitada á un solo miembro, puédese conseguir alguna ventaja por el anelectrótono de la médula oblongada y espinal.

Tétano (tetania), hánse observado resultados con la Galv. ♂ lábil C E y C E N.

Desórdenes del habla (tartamudez, afasia). Han de removerse las causas centrales. La tartamudez requiere educacion sistemática de los órganos vocales y respiratorios. Recomiéndase la Galv. del cerebro y del simpático.

El espasmo facial, tic convulsif. Cuando la afeccion es reciente cúrase pronto por la Galv. C N M ♀ lábil ó por V. A.

V. Anestesias. *Ambliopía, amaurosis.* Refiérense algunos casos de curacion por la Galv.

Anestesia por imperfecta nutricion del cerebro se cura con frecuencia por la corriente contínua.

Anestesia histérica y *anestesia por lesion de los nervios.* Brocha eléctrica cuando es periférica; en las formas centrales Galv. de los centros nerviosos y Simp. ♂.

VI. Asfixia y síncope. Farad. del n. frénico. *Onimus* y *Legros* prefieren

la Galv., que tambien puede aplicarse con interrupciones; *Steiner*, de Viena, prefiere la faradopuntura del corazon.

VII. Hiperestesia. Brocha, moxa; en algunos casos mejor la Galv. ♂, estable (An á los nervios). Electrizacion general.

Neuralgias. Los resultados de la electroterapia son muy satisfactorios cuando la enfermedad es reciente. En estos casos se usa Galv. con corrientes leves. El An á los puntos dolorosos, el Ka á la nuca. Ténganse firmes los reóforos. Auméntese y disminúyase gradualmente la intensidad de la corriente. En los casos crónicos está más indicada Farad. con corrientes fuertes. En la ciática Galv., An al punto de salida del nervio, Ka á la region lumbar, Farad. local.— En las *neuralgias de las articulaciones* Galv., como dijimos, fijándose en los puntos dolorosos. En estas afecciones el dolor reside más bien alrededor de las coyunturas miéntras que en el reumatismo articular las superficies articulares de los huesos están adoloridas.

Hemicrania, jaqueca; Galv. del simpático.

Hiperestesias del oído. Se introduce un reóforo en el conducto auditivo externo. El zumbido, etc., disminuye con el cierre y la aplicacion duradera del An, y aumenta con la abertura del circuito por el An y con el cierre por el Ka.

VIII. Agripnia, *insomnia*. Anelectrótono de la médula espinal, corrientes leves 5 á 10 minutos.

IX. Ataxia locomotriz progresiva. Algunos síntomas pueden aliviarse, así los dolores vehementes en las formas *álgidas*. En las formas atáxicas se alivian los síntomas, y la existencia de los enfermos es más pasadera. En casos recientes se han observado curaciones completas. La faradizacion hace daño. La indicacion es: en la forma dolorosa, Galv. del cerebro, del simpático, C E estable; en la forma atáxica Galv. C E ♀ estable, C E N ♀ radial, ulnar, mediano, y lábil en las extremidades inferiores (40 toques con el Ka en las partes interesadas).

X. Agotamiento de la médula espinal, estado nervioso, mala digestion, eliminacion aumentada de urea. Esos síntomas se encuentran tambien en jóvenes que han crecido con mucha violencia, y son con frecuencia asociados con una eliminacion exagerada de fosfatos. La galvanizacion de la espina dorsal y del simpático procura alivio.

XI Bocio exoftálmico, mal de Basedow, *mal de Graves*. En esta enfermedad el tratamiento medicinal es de muy poco efecto; pero sí la galvanizacion da resultados muy satisfactorios, sobre todo en los casos recientes. El método es Galv. de los dos simpáticos ♂ estable, galvanizacion del occipucio estable y lábil; C E ♂, el Ka en las vértebras adoloridas. Aplicacion tranquila, corrientes débiles, aumentar y disminuir gradualmente la intensidad —son las condiciones del buen resultado *(Chvostek)*.

XII. Atrofia muscular progresiva. Solo la electricidad (y solo al principio de la enfermedad) puede dar resultados. Galv. C E, C E M, Simp., Farad. local.

XIII. Diabetes. *Semola*, por la Galv. y Farad. del neumo-gástrico consiguió

una diminucion de la cantidad de azúcar excretada, y en algunas ocasiones tambien de la cantidad de orinas.

XIV. Reumatismo y gota reumática. Farad. con la brocha; en los casos inveterados Galv. de los músculos atacados. Los resultados son á veces sorprendentes.

De muchísimo interés, pero áun no bastante inteligibles, son los efectos reabsorbentes de la corriente galvánica en las *exudaciones articulares*, en las *infiltraciones escorbúticas*, *las linfadenitis* y en el *bocio reciente*. Aplícanse A. V. con interrupciones de un minuto y más, y se hace pasar la corriente por los tumores en las direcciones longitudinal y trasversal.

XV. Oculística. *Opacidades de la córnea*, *nebulæ*, han sido curadas por la corriente galvánica, aplicándola al párpado cerrado, con una esponja mojada ó directamente á la córnea con un conductor dorado ó plateado. Aplicaciones cortas, corrientes muy leves. *(v. Graefe.)*

XVI. Órganos digestivos. Pueden provocarse *vómitos* por la Farad. aplicando un polo al principio del esófago y el otro, con una esponja mojada, al epigastrio (envenenamientos); se contiene el *vómito* nervioso (preñez) por la Farad. del estómago, y se alivia el estreñimiento habitual por la Farad. del intestino recto. El *meteorismo*, *la flatulencia habitual* pueden combatirse por la Farad. del intestino; en la *hernia estrangulada* se obtuvieron resultados por la Farad. aplicando un reóforo á la hernia y el otro en el intestino recto; en la *icteria catarral* se han conseguido curaciones faradizando la region de la vejiga biliar *(Gerhardt)*.

XVII. Órganos de la circulacion. *Aneurisma*. El método de tratar las aneurismas por la corriente galvánica descansa sobre sus propiedades electrolíticas, y será discutido en su lugar. La aplicacion del faradismo no puede justificarse. En un caso, publicado por *Eyre*, el alivio era debido á la propiedad estimulante de la faradizacion, que provocó inflamacion adhesiva.

Várices y Varicocele. El tratamiento galvánico no da resultados permanentes.

XVIII. Órganos urinarios. *Parálisis y atonía de la vejiga*. *Althaus* rechaza la electrizacion directa por la introduccion de un reóforo en la vejiga, y está más bien en favor de la aplicacion indirecta, poniendo un reóforo de gran superficie encima de la sínfisis y el otro al occipucio ó á la region lumbar, segun el sitio de la afeccion causal, ó los dos reóforos encima del púbis, ó uno en el intestino recto, cuando se trate de una afeccion local; aplicacion intermitente, muchos elementos.

XIX. Órganos genitales del hombre. *Impotencia*, *espermatorréa*. Galv. An á la próstata, por medio de un excitador aislado, Ka á la sínfisis por un minuto, al perineo por un minuto. CE. ♀ y CEN ♀ genital.

XX. Órganos genitales de la mujer. *Amenorréa*. Recomiéndase la galvanizacion, un reóforo al cuello uterino, el otro en el intestino recto; Farad., ab-

dómen y region lumbar, *Duchenne;* brocha eléctrica en las plantas de los piés *(Schultz);* pesarios intrauterinos galvánicos *(J. Simpson).*

Metritis crónica, subinvolucion del útero. Tripier, Beau, Fano han obtenido buenos resultados por la faradizacion.

Dislocaciones del útero. Las ventajas que se consiguen con los pesarios no son tan grandes, y los inconvenientes que ellos traen no son tan pocos, para no seguir buscando otros remedios. Experiencias más numerosas deberán probar si la faradizacion es de valor sustancial en estas afecciones.

En la *anteversion y anteflexion* la faradizacion debe aplicarse de preferencia á la parte posterior del útero, introduciendo el reóforo positivo en el útero y el negativo, lábil, en el recto.

Retroversion y retroflexion. Segun los preceptos de *Tripier*, ha de enderezarse primero el útero, luego se aplicará el reóforo negativo al cuello y el positivo dentro de la vejiga; en las doncellas el polo negativo deberá aplicarse á las regiones iliacas por medio de un conductor doble con esponjas.

Supresion de la secrecion láctea: ha sido aliviada en algunas ocasiones por la faradizacion de los pechos con conductores mojados; 5 minutos cada aplicacion.

Tumores fibrosos del útero. (Véase la entrega núm. 12, del año 1877, de la *Gaceta Médica* de México).

Desde 1871 los Dres. Efraim Cutter y Gilman Kimball, de los Estados-Unidos, empezaron el uso del galvanismo en las afecciones que nos ocupan. Hé aquí su método y sus resultados.

La operacion se hace en la narcosis por ser bastante dolorosa. La batería se compone de ocho pares de láminas de carbon y zinc, de 6×9 pulgadas de superficie en una solucion ácida de bicromato de potasa, todas las láminas de zinc reunidas y lo mismo todas las de carbon. Los reóforos son de acero, de forma de una sonda acanalada, cuya hoja se encuentra armada de un mango de madera. El instrumento mide cerca de 7 pulgadas; su lomo es redondo; los dos bordes, que forman la canal, son filosos cerca de la punta; la parte superior es aislada con goma laca. Los dos estiletes se introducen en el tumor, uno de cada lado, hasta una profundidad de 4 pulgadas. Algunas veces conviene la introduccion de uno de ellos por la vagina. La aplicacion dura de 3 á 15 minutos y se repite á distancia de un mes á seis semanas si fuere necesario. Apénas destilan algunas gotas de sangre de los piquetes.

El método se ha aplicado á más de 50 enfermas, con resultados muy diferentes, que no todos me son conocidos. El objeto principal es: contener el desarrollo de los tumores. Esto no se consiguió en todos los casos, pero en algunos se consiguió mucho más. El número de operaciones en una misma enferma ha sido de 1 á 19. El volúmen del tumor bajó ó no siguió aumentando en 23 casos (de los que conozco). En 4 casos no hubo ningun resultado; en 3 casos desapareció el tumor por completo; 2 casos resultaron más tarde ser malignos, 2 resultaron letales por peritonitis.

En algunas enfermas, aunque los tumores no sufrieron alteracion notable, mejoró mucho el estado general. Las hemorragias cesaron; la disuria, la micturicion frecuente, los estreñimientos se aliviaron, las enfermas recobraron la facultad de dormir acostadas, de atar sus zapatos, de cruzar las piernas, de andar, de ocuparse de sus quehaceres.

Algunas enfermas, en que los tumores disminuyeron de volúmen, observaron en los primeros dias despues de la operacion una secrecion aumentada de orina, hasta cuatro veces la cantidad normal.

El Sr. Cutter tiene mucho cuidado en la alimentacion de sus enfermas, les prohibe alimentos farinosos y sacarinos, atribuyendo á esta dieta una accion grande sobre los fibromas del útero.

Hemos dejado á un lado la cuestion de si la batería usada en estas operaciones es propia para conseguir efectos electrolíticos, lo que tampoco pretenden los autores; si la electricidad hace algun papel cualquiera en estas curaciones ó si obran como simples picaduras, y nos hemos concretado á referir los hechos.

El número de mis propias observaciones es todavía corto, y por este motivo me abstengo de citarlas; pero no quiero callar la observacion que va á leerse. Muchísimas veces he aplicado corrientes electrolíticas en fibromas del útero, para conocer su efecto, y debo confesar que no he conseguido resultados notables. Sin embargo, he observado constantemente lo que sigue y que me sirve para demostrar que en mis aplicaciones la corriente atraviesa el tumor: aplicando el polo positivo, metálico ó con una esponja, en el cuello ó en la cavidad del útero ó en el vientre, y el negativo metálico en la pared abdominal sobre el tumor, apretando el reóforo negativo sobre el cutis hasta formar una depresion, y llenando ésta con unas gotas de agua acidulada que bañen el reóforo, muy pronto se queja la enferma de unos piquetes y de ardores en esta parte, y se ve comenzar la electrolizacion del agua, formándose unas burbujitas de gas (hidrógeno?). Al levantar el reóforo, se ven unas ampollitas como las que produciria un cáustico ó una quemadura, y en mi concepto corresponden á las glándulas sudoríparas del cutis. En estos lugares más tarde se forman escaras secas. Esto, cuando sucede en el polo positivo y que se usa un reóforo de zinc, metálico, se explica por el desenvolvimiento de cloro, que con el zinc forma cloruro de zinc y óbra como cáustico. Pero en mis estudios pasa en el lugar de aplicacion del polo negativo é indiferentemente ya sea de zinc ó de acero niquelado. Debe, pues, buscarse otra explicacion.

XXI. En las ÚLCERAS Y HERIDAS atónicas la faradizacion ha producido una modificacion favorable (Spencer Wells); en la aplicacion de la corriente galvánica se coloca el polo positivo en la llaga cubierta de un trapo mojado, el polo negativo se aplica á una parte indiferente. Ulceras elevadas pueden tambien tratarse por la electrólisis.

XXII. INTRODUCCION DE MEDICAMENTOS EN EL ORGANISMO POR MEDIO DE LA

ELECTRICIDAD. Las tentativas de Fabré-Palaprat, Klenk, etc., no han sido coronadas por resultados favorables.

XXIII. OBSTETRICIA. Aplicóse la electricidad farádica y galvánica para violentar los *partos*, para provocar partos prematuros y *abortos;* los resultados no correspondieron á lo que se esperaba. La faradizacion del útero, aplicando un polo al cuello y el otro al fondo por las paredes abdominales, ha sido aplicada con resultados satisfactorios en las *hemorragias post partum.*

Preñez tubo-intersticial. Habiendo el Dr. *Burney* hecho el diagnóstico de una preñez extra-uterina, se resolvió á destruir la vida del feto por la corriente galvánica. Introdújose el reóforo positivo, armado de un globo de metal cubierto de una esponja mojada, en el ano hasta el tumor; el reóforo negativo, con una esponja grande mojada tambien, se aplicó al vientre. Aplicóse la corriente por tres minutos el primer dia y por dos minutos el segundo. Siguieron contracciones fuertes del vientre y dolores agudos en la fosa ilíaca derecha, donde se encontraba el útero, náuseas y un escurrimiento de sangre. Al tercer dia todo el vientre estaba adolorido, el tumor duro y hubo una hemorrgia notable; el tumor, que habia ocupado la fosa ilíaca izquierda, estaba en la línea média. En el cuello dilatado del útero se presentó una bolsa tendida; se rompió ésta, salió una cantidad de líquido y un feto de tres meses. Las secundinas fueron arrojadas veinte minutos despues. La enferma siguió bien. El feto estaria en la trompa izquierda bastante cerca de su insercion para poder pasar en el útero.

Metaloscopia, metaloterapia.

Este ramo, aunque sus fenómenos sean de órden eléctrico, merece sin embargo un capítulo especial. *Wichmann* fué el primero, que en una obra publicada en 1778, trató de la aplicacion metódica de los metales al exterior y con objeto terapéutico.

El Dr. *V. Burq*, que se ocupa de esta cuestion desde 1847, hizo la observacion siguiente: á una enferma de hemianestesia histérica se aplicaba una placa de metal en cualquier lugar de su cutis; á los pocos minutos, 20 ó 30 á lo más, aumentó la temperatura del miembro anestesiado, restablecióse la circulacion en él y volvió por completo la sensibilidad. Ciertos metales obran en ciertos enfermos, otros no.

Dejando á un lado las teorías y las conclusiones que de este hecho sacó el inventor, dirémos que hasta 1876 fué cuando una comision nombrada por la Sociedad de Biología de Paris, á la que perteneció el Sr. Charcot, estudió la cuestion, confirmó los hechos proclamados por el Dr. Burq y buscó su interpretacion científica.

El primer hecho que estableció la Comision es que: para toda anestesia histérica hay un metal que la hace desaparecer, aplicándolo algunos minutos en el cutis.

La clase de metal no es indiferente; el que restablece la sensibilidad en un enfermo, no hace ningun efecto en otro. ¿Cuál es entónces la naturaleza del fenómeno y á qué atribuir estas diferencias?

Un metal en contacto con el cutis húmedo y ligeramente acidulado por el trasudor, debe dar lugar á una accion química. Ésta se demuestra fácilmente en la aplicacion del cobre, por la formacion de hidrato de cobre, cuya presencia al aplicar el amoniaco se revela luego por una coloracion azul.

Debe haber desenvolvimiento de electricidad, pero no puede haber corriente entre una placa de metal y el cutis, sino solamente tension eléctrica, como entre las dos láminas de un elemento galvánico, ántes de que se cierre el circuito. Para demostrar la accion eléctrica tenia que ocurrirse á un expediente. Apliquense dos láminas de oro en el cutis; su condicion no será absolutamente igual; poniendo las dos, por medio de un conductor, en relacion con un galvanómetro muy sensible (30 mil vueltas de alambre), se observa luego una desviacion de la aguja, que da la medida del grado de diferencia entre las dos acciones químicas.

Esta corriente es tan leve como la misma corriente de los nervios, é infinitamente más débil de las que hasta ahora se han aplicado en la terapia. La Comision aplicó á los enfermos corrientes de pila de la misma intensidad de las producidas por las placas metálicas aplicadas en el cutis, y los mismos fenómenos de la metaloterapia se reprodujeron.

La diferente accion de varios metales puede explicarse por la diferencia de fuerza electromotriz desarrollada por cada uno, pues parece que varias intensidades de corrientes no producen el mismo efecto en una misma enferma, y la que recobra la sensibilidad por una corriente de 15° del galvanómetro, no la recobra por una de 30°.

Queda establecido que la *metaloscopia* es un fenómeno eléctrico, y que absolutamente idénticos resultados pueden obtenerse por corrientes sumamente leves.

Al mismo tiempo que la sensibilidad del miembro anestesiado vuelve su vascularizacion, los piquetes de agujas, hechos anteriormente y que no sangraban, dejan escapar unas gotitas de sangre, y la piel se colora; la temperatura sube, y el miembro, que ántes tenia acaso un grado ménos que el otro, tendrá ahora *algunos grados* más.

Hé aquí otro hecho extraño. Si la placa metálica ó la corriente eléctrica obran por un tiempo más largo, la sensibilidad vuelve á desaparecer. Si entónces cesa la accion eléctrica, vuelve la sensibilidad y vuelve á desaparecer repentinamente hasta otra aplicacion.

Hay otro fenómeno singular llamado de *traslacion*. A un enfermo anestesiado del lado derecho y normal del lado izquierdo se aplica la electricidad; vuelve

la sensibilidad del lado derecho y el enfermo queda anestesiado del lado izquierdo. Cesa la corriente, y á medida que vuelve la anestesia del lado derecho, se restablece tambien la sensibilidad del lado izquierdo. Parece que tiene lugar una accion refleja, análoga á lo que pasa en los nervios vaso-motores en ciertos experimentos. Obsérvase este fenómeno en todas las hemianestesias histéricas, tanto en las sensibilidades especiales como en la sensibilidad general. Cesa la acromatopsia de un ojo y aparece luego en el otro que ántes estaba intacto, y lo mismo tiene lugar con el oido, el olfato y el gusto. Tan pronto como cesa la corriente vuelven las cosas á su estado primitivo.

Puesto que la corriente produce la sensibilidad de un lado y la anestesia en el otro, ocurrió examinar si la electricidad no podria directamente producir la anestesia. No todas las histéricas tienen anestesia, aunque su sensibilidad es muy frágil; y efectivamente la corriente eléctrica hace desaparecer por completo la sensibilidad en las mujeres histéricas, que minutos ántes no eran anestéticas. Charcot considera esta circunstancia como un reactivo del estado de las enfermas, y dice que no está curada una histérica, miéntras que la electricidad pueda producir en ella anestesia.

No solo la histeria es modificada por la metaloterapia; las anestesias orgánicas, las que provienen de una afeccion cerebral (apoplegía, reblandecimiento, alcoholismo) lo son mucho más. Dos enfermas de anestesia post-hemiplégica fueron sujetas al tratamiento por las láminas metálicas. Despues de una aplicacion la sensibilidad habia vuelto en todo el cuerpo y se mantuvo más de un año. El estado de los alcohólicos ha sido mejorado de la misma manera, y uno de ellos, completamente anestético de un lado, recobró la sensibilidad despues de una hora de electrizacion, y á los 13 meses todavía persistió la mejoría.

Estos son los resultados conseguidos por las corrientes contínuas. Ahora, si en lugar de pasar por el miembro, la corriente circula alrededor de él, metiendo, por ejemplo, el brazo de un enfermo en una espiral donde circule una corriente —se obtienen los mismos resultados por influencia (Regnard). Un iman acercado al brazo anestesiado, hace volver la sensibilidad, la vascularizacion, la temperatura y la fuerza muscular. Ha habido casos en que la aplicacion de las láminas metálicas produjera escaras.

El Dr. Burq se sirvió de la aplicacion de los metales, metaloscopia, para conocer cuál era el metal activo en determinada enferma, su idiosincrasia metálica, y administrárselo despues al interior, con los mismos resultados benéficos. Charcot puso á la disposicion de Burq en la Salpetrière cuatro enfermas histéricas de las más graves, para que se tratasen por la aplicacion interior de los metales reconocidos activos para ellas por la metaloscopia, y los resultados han sido tan favorables que llamaron en sumo grado la atencion de Charcot.

Electrólisis, electrolizacion, gálvanopuntura.

Bajo este nombre se confunden comunmente dos cosas que, como luego verémos, son esencialmente distintas.

Lo que pasa en la electrolizacion de los líquidos y tejidos orgánicos, es necesariamente mucho más complicado que la electrolizacion de los cuerpos anorgánicos.

En 1866 y 1867 emprendió *Althaus* una serie de estudios microscópicos de las alteraciones que la electrólisis produce en los tejidos animales. *No hay tejido animal que resista al efecto desintegrante del polo negativo, y el grado y la rapidez de esta desintegracion están en razon directa de la fuerza electrolítica empleada, de la vascularizacion de los tejidos y de la cantidad de líquido que contienen*, es decir, *paralela con la conductibilidad*. El efecto electrolítico del polo negativo en los tejidos animales es doble: hay accion mecánica del hidrógeno naciente que se produce en burbujitas innumerables y que separa mecánicamente las fibras, y la accion química de los álcalis desenvueltos, sodium, potassium y calcium.—¡No hay desarrollo de calor, cuando todo el cuerpo ó parte de él está intercalado en el circuito!

Extendiendo los experimentos á los animales vivos vió *Althaus* que los efectos inmediatos eran los mismos que en el cadáver, solamente más enérgicos: pero luego observó alteraciones notables en la nutricion de las partes. Las agujas pueden introducirse y sacarse sin pérdida de sangre y sin mucho dolor; despues se encoje la parte que corresponde al polo negativo; pero no hay inflamacion, ni supuracion, ni escaras. Obrando sobre vasos sanguíneos, éstos se convierten en cordones sólidos, por la descomposicion de la sangre y coagulacion de la fibrina. Las llaguitas producidas en el cutis se parecen á las ocasionadas por la potasa cáustica; lo mismo las escaras.

El efecto inmediato de la electrolizacion de algun líquido animal es oxidacion y clorizacion del Anodo; el Kátodo queda metálico, pues el hidrógeno y los álcalis no alteran los metales.

Las soluciones de albumina son coaguladas; en las soluciones alcalinas la albumina se precipita muy pronto formando una membrana en el An; en las soluciones ácidas se precipita en el Kátodo, formando una opacidad difusa, por mínima que sea la cantidad de albumina, y aunque su presencia no pueda averiguarse por ningun otro reactivo. Los ácidos sulfúrico, fosfórico y nítrico y el cloruro de sodio facilitan y violentan la coagulacion; los álcalis fijos, mono y bicarbónicos la retardan ó la impiden.

En la clara de huevo pasa lo siguiente: aplicando dos agujas de acero, relacionadas con una batería, fórmase en el Ka una especie de coágulo, que en realidad es una jelatina espumosa, consistiendo en albumina esponjada por el hidrógeno y modificada por el álcali desenvuelto. Los cloruros, sulfatos y fosfa-

tos de sosa, potasa y cal son descompuestos, —los ácidos, así como el cloro, van al An y forman sales con el metal; el sodium, potasium y calcium van al Ka; la aguja positiva es oxidada y clorizada.

Con agujas de oro ó doradas pasa absolutamente lo mismo, en el An se forman sales de oro. Los efectos de la electrolizacion de la albumina son dobles, —mecánicos por el hidrógeno naciente y químicos por los álcalis cáusticos en el Ka y por los ácidos y el cloro en el An. No se ve el desenvolvimiento del oxígeno en el An, porque luego se combina con los metales.

La sangre se descompone de esta manera: hay formacion de coágulos en las dos agujas, parcialmente debida al efecto mecánico. Júntanse en el An la albumina, la fibrina, las grasas, los ácidos, el cloro, etc., miéntras que las materias extractivas, las bases alcalinas y terrosas, el fierro y los pigmentos van al Ka *(Heidenhayn, Chvostek).*

Por doquiera que pasa una corriente en el organismo, hay electrólisis, y *Benedikt* se pregunta si en ésta no consiste el efecto principal de la electricidad.

La gálvanopuntura, la electrólisis, es generalmente usada en enfermedades quirúrgicas, pues su aplicacion es algo más dolorosa que en el cutis (percutánea), tanto que *Benedikt* dice que el paciente preferiria ser operado con el escalpelo. En algunos casos de dolores muy tenaces, sin embargo, la gálvanopuntura ha dado todavía resultados, cuando la aplicacion percutánea fué infructuosa.

Toda batería constante puede servir para la electrólisis, pero ciertas combinaciones son preferibles.

Para que penetre la corriente en los tejidos, úsanse agujas de acero dorado, de oro ó de platino para el Ka y se aplica el An en el cutis con una esponja. En algunas ocasiones conviene que el polo introducido venga armado de varias agujas. Con esta disposicion obtiénense efectos químicos *(electrólisis).* Haciéndose uso de agujas de zinc, relacionadas con el An, y aplicándose el Ka en el cutis, la electrolizacion da lugar al desenvolvimiento de cloro en las agujas de zinc y se forma cloruro de zinc que ejerce efectos cauterizantes *(gálvanocaustica química).* Se ve que lo que en el último procedimiento se busca, se evita con cuidado en el primero. Sin embargo, ya lo hemos mencionado en otro lugar, los efectos cáusticos no dependen únicamente ni del cloruro de zinc ni del An. En muchas ocasiones no pueden emplearse sino agujas de acero, porque las de otros metales no tienen la penetracion necesaria. Hay veces en que conviene aislar parte de las agujas.

Althaus recomienda la anestesia local para evitar el dolor de los piquetes y la narcotizacion para la gálvanocaustica química, que es un procedimiento algo doloroso, y opina que para la aplicacion interna no se haga uso sino del Ka. Los inconvenientes del método electrolítico son: que para destruir tumores grandes se han de repetir las aplicaciones con frecuencia, ó han de ser muy prolongadas, ó deben emplearse corrientes de mucha fuerza. El método electrolítico necesita todavía mucho estudio. *Althaus* nos enseña que para tumores de con-

tenidos blandos se haga uso del solo Ka, y de los dos polos para tumores duros.

Aplicacion.—*Aneurismas.* La acupuntura ha caido en cierto descrédito que no merece. Si los resultados no han sido muy satisfactorios, es preciso admitir que casi no ha sido aplicada sino en casos desesperados, y que en manos de Ciniselli, Althaus, Guérard, Schuh, Broca, etc., ha dado buenos resultados cuando ya no quedaba ningun otro recurso. En esta operacion van combinados el efecto electrolítico y el mecánico del cuerpo extraño. Recomiéndase el uso de agujas aisladas (para evitar las escaras), y que despues de terminada la operacion no se saquen luego las agujas, para facilitar la coagulacion. Para conseguir resultados precisa introducir las dos agujas, y háse observado que la corriente constante tiene un efecto calmante en las partes por que ha circulado algun tiempo. El método se aplica tambien, despues de la ligadura periférica de las arterias, para conseguir más pronto la oclusion del saco aneurismal.

Estrechamientos de la uretra. A *Mallez* y *Tripier* (31 casos) se debe un método racional; introducen el polo negativo hasta la parte obstruida y aplican el polo positivo con una esponja en la parte interna del muslo izquierdo. Al cierre del circuito de una bateria de 12 elementos, siente el enfermo una picazon. Empújase la punta metálica hasta pasar el estrechamiento y luego se pasa la sonda. Generalmente basta con una operacion. La sonda se aplica de vez en cuando, para darse cuenta del estado de la uretra. *El uso del polo positico en la uretra seria un disparate funesto.*

Hidrocele. Ha sido curada por la gálvano y faradopuntura, introduciendo las dos agujas. *Althaus* recomienda más bien la introduccion *en el líquido* de dos agujas relacionadas con el Ka y la aplicacion del An en la superficie.

Equinococo, hidátide del hígado. *Durham* y *Cooper* electrolizaron ocho enfermos con buen resultado. Dos agujas en relacion con el Ka, en la parte más prominente del tumor, el An alrededor de las agujas; 25 minutos: sensacion crepitante al tacto, por el desarrollo de hidrógeno en el liquido. La operacion de por sí no trae riesgo y no causa supuracion en el kiste. Parece que la descomposicion del líquido mata el parásito.

Kistes de los ovarios. Los iniciadores del método son *Clemens*, *Ehrenstein* y *Fieber*. Despues de haber tratado con buen resultado á cinco enfermas publiqué un artículo acerca de este asunto en «Wiener mediz. Presse n. 52, 1875» y otros dos en el «New York medical Journal, Junio 1876 y Marzo 1877,» y el Dr. Mundé, de Nueva-York, publicó una reseña histórica sobre todos los casos tratados por la electrólisis en el tomo II de «Gynecological Transactions, 1877.» Este trabajo, muy bien hecho á pesar de alguna parcialidad, da cuenta de 51 casos con 25 curaciones completas, 3 mejoras permanentes, 4 transitorias, 6 sin resultado, 13 casos de peritonitis, de los que 4 recobraron la salud y 9 fallecieron.

Yo, despues de cinco casos felices, perdí á una enferma por peritonitis. Es el

caso de una señora de 51 años, cuyo estado general desde ántes de la operacion no era satisfactorio. Tenia un kiste multilocular enorme, midiendo á la altura del ombligo 52 ½ pulgadas. Para violentar la curacion practicáronse dos punciones con el aspirador, sacáronse 45 libras de líquido y quedó todavía mayor cantidad. Hiciéronse 13 aplicaciones de la electrólisis en 27 dias; la enferma murió de peritonitis generalizada. Débese notar que desde la primera puncion el pulso no bajaba de 100 por minuto. No es violentar los hechos el pretender que la peritonitis empezó desde la paracentesis, y no seria el primer caso de esta naturaleza. Yo por mi parte no volveré á practicar la paracentesis en una enferma que se ha de curar por la electrólisis.

Hé aquí mis reglas para la cura de los kistes de los ovarios. Los casos más favorables son los kistes uniloculares con un contenido muy líquido, pero la coexistencia de varios kistes no es una contraindicacion de la operacion. Yo uso corrientes que descomponen en un minuto desde 0,03 á 0,15 centímetros cúbicos de agua acidulada. Aplicaciones diarias, ambulatorias, de 5 minutos, introduccion de las dos agujas ó de una (positiva, para evitar la formacion de una escara y la salida del líquido en la cavidad peritoneal), aplicacion del Ka en la superficie, en la parte más distante del kiste, agujas de acero no aisladas. Mis operadas no necesitaron nunca de cloroformo, pues las corrientes que yo empleo son débiles y las aplicaciones cortas; si no, el procedimiento es muy doloroso. Mis operadas no experimentaron inconvenientes mayores ni tuvieron que guardar cama. En mis casos felices no solo el líquido desapareció, sino las paredes del kiste sufrieron una alteracion tal, que no siguieron secretando más líquido, y finalmente, el kiste quedó reducido á una bola dura del tamaño de un huevo. No se produjeron adherencias notables, y si la electrólisis no surtiera, la enferma no se encontraria en circunstancias más desfavorables para la ovariotomía. Ha habido algunos casos tan felices en que el líquido desapareció despues de una, dos ó tres operaciones; en éstos se observó una secrecion abundantísima de orina por algunos dias; en general el tiempo empleado es mucho más largo, de seis semanas á tres meses. Hasta ahora en ninguna de mis enfermas curadas se volvió á llenar el kiste. Mis antiguas enfermas siguen bien; una de ellas ha parido hace pocos meses; otra murió, debido á lo que voy á referir. Poco tiempo despues de haberse aliviado por la electrólisis de un kiste grande, volvió á crecer su vientre; estando yo ausente vió á otro facultativo quien, creyendo que el kiste habia vuelto á llenarse, hizo la paracentesis é introdujo un tubo de canalizacion. Pocos dias despues sobrevino un aborto y una hemorragia letal. En un caso de kisto-fibroma del útero he hecho desaparecer el líquido, aplicando el An al cuello uterino y el Ka al tumor.

Hidrotórax, hidropericardio, ascitis. Parece que en algunos de estos casos se podria sacar partido de la electrólisis. Referiré que en un caso de kiste del ovario complicado con ascitis, desapareció ésta despues de tres operaciones electrolíticas.

Tumores sólidos, glandulares, lupus, nævus, bronchocele (struma), tumores sebáceos, epitelioma, lipoma (con más dificultad; en este último el álcali desenvuelto en el Ka, cambia el tumor en una emulsion que hace posible su absorcion).

Bruns dice que la electrólisis no obra sino por cauterizacion, seguida de supuracion, granulacion y cicatrizacion con encogimiento del tumor. En eso se equivoca de una manera singular. La electrólisis no busca la destruccion violenta del tumor, sino una modificacion radical de su nutricion; por eso el procedimiento es esencialmente lento. El número de elementos será conforme á la naturaleza del tumor; los tumores sólidos necesitan más fuerza. Un escurrimiento de sangre al retirar la aguja se contiene fácilmente aplicando uno de los polos.

En las diferentes formas de *cáncer* los resultados de la electrolizacion no son inferiores á los de los demás métodos curativos. Una cosa parece bien asentada: *que no hay otro remedio tan eficaz como la electrólisis para aliviar los dolores que acompañan las afecciones cancerosas.*

En algunos casos de *pólipos naso-faríngeos* la gálvanocaustica química ha sido empleada con buen éxito.

Gálvanocaustica (térmica).

Historia.—El primero que, siguiendo un consejo del físico *Steinheil* de Munich, aplicó á la terapéutica la cauterizacion eléctrica, fué el dentista *Heider*, de Viena. Siguieron varios cirujanos eminentes, pero á *Middeldorpff* se debe el haber formado el método é inventado los instrumentos de la gálvanocaustica, que por mucho tiempo fuera de Alemania no pudo encontrar el aprecio á que es acreedora á pesar de los esfuerzos de *Broca* y otros.

Aparatos.—Respecto al aparato generador de la electricidad que tendrá que emplearse, no tenemos mucho que agregar á lo que dijimos en otro lugar. La batería original de Middeldorpff era de cuatro elementos de Grove, zinc y platino. La batería es muy eficaz; su accion dura agunas horas, pero es costosa, pesada y molesta por los vapores del ácido nítrico. Se han empleado varias otras baterías, como las de zinc y hierro (Bruns), que tiene el mismo inconveniente del ácido nítrico, las de Bunsen, los elementos de *Grenet* y *Leiter*, de zinc y carbon con bicromato de potasa. Esta batería es la que hoy generalmente se usa.

Es preciso tener un cuidado especial del aparato y revisarlo con mucha atencion ántes de emprender alguna operacion; pues si ya comenzada, la batería cesase de funcionar, esto podria traer resultados funestos y á lo ménos colocaria al cirujano en una situacion crítica y embarazosa.

Instrumentos.—*Cauterios galvánicos:* estos constan de un alambre de pla-

tino que en varias vueltas abraza cuerpos de porcelana de formas muy variadas. Al circular la corriente por el alambre, éste comunica su calor á la porcelana y la eleva á la temperatura del hierro candente.

Galvanocáuteres. Una asa de láminas de platino, angostas y delgadas, imitando la forma de un escalpelo, bisturí, etc., y haciendo veces de estos instrumentos, es lo que los alemanes comprenden bajo el nombre que encabeza este párrafo.

El asa candente, cortante, ligadura candente.

Además de estos instrumentos hay varios otros, para objetos especiales y casi todos muy poco empleados, como el gálvanocauterio para el ducto lacrimal, para los estrechamientos uretrales (Middeldorpff), para la hipertrofia de la próstata (Bottini), etc.

Todo instrumento gálvanocaustico debe necesariamente seguir uno de los tres tipos indicados: todos los instrumentos, conforme se necesitan, van montados en un solo mango propio, que, para el uso de la ligadura, está además provisto de un aparato constrictor.

Apreciacion del método; su práctica. La reaccion que sigue á la aplicacion del cauterio eléctrico, es relativamente suave; esto puede sostenerse sin querer atribuirle ninguna virtud específica, y dependerá acaso de la escara que desde luego cubre la herida y la asemeja á las heridas subcutáneas. La escara á veces tarda mucho en desprenderse y hace duradera la ventaja aludida. Los efectos térmicos se extienden muy poco más allá de la escara, debido á que las sustancias carbonizadas son malos conductores del calor. El cauterio galvánico es ménos repugnante y ménos doloroso que el actual, por lo instantáneo de su accion. El grado de dolor está en razon inversa del grado de calor empleado, y la facultad hemostática está en razon directa. El instrumento electrocáustico colócase frio con toda libertad, se calienta al último grado en un instante y se retira frio sin ofender las partes sanas. La temperatura del platino candente es constante y puede aumentarse cada momento.

El asa candente nos suministra el método para evitar las hemorragias parenquimatosas, contra las que se han inventado tantos remedios, de los que el *constrictor* de *Chassaignac,* si no fuera por su baratura y la sencillez de su manejo, seria indudablemente el más rústico.

Aplícase el asa *montada* ó *estemporánea;* es decir, comprendiendo la parte que ha de incidirse en una asa preparada de antemano ó atravesando la parte con el alambre, ántes de montarlo en el constrictor, para comprender en la ligadura todo ó parte de lo que se va á dividir; para el último objeto se hace uso de agujas, sondas ó cánulas curvas. El asa candente corta los tejidos con mucha rapidez y puede llevarse en las direcciones que el cirujano juzgue convenientes; ventaja positiva en comparacion con el constrictor de cadena.

El asa candente es indudablemente de un manejo más fácil que la cadena del constrictor por su delgadez y flexibilidad. Su aplicacion, que en algunas oca-

siones es la única parte difícil de la operacion, se hace conforme á las reglas respectivas que establece la ciencia y la práctica. Una de las precauciones principales es, que entre el constrictor y el tumor no se crucen los alambres del asa, porque en este caso, al circular la corriente, se fundirian en el punto de contacto y se desbarataria la ligadura.

Usándose de la ligadura candente del propio modo, es un recurso preciosísimo para la diéresis quirúrgica y la hemostasis es casi absoltuta. Aquí conviene recordar el precepto que me dió el mismo, diré con los italianos «carissimo», Middeldorpff, que es de: no emplear, en el uso de la ligadura candente, los últimos grados ni de calor, ni de constriccion, para dar lugar á la formacion de escaras suficientemente espesas y adherentes, para dar tiempo á la oclusion de los vasos y á fin de evitar que se rompan los alambres. En esto me parece que consiste el gran secreto de la aplicacion eficaz del asa candente, que es el instrumento gálvanocaustico usado de preferencia sobre los demás.

Otra precaucion esencial, sobre todo en la aplicacion de la ligadura, que es la que se usa en las partes profundas, es la proteccion de las partes sanas, ya sea del calor radiante en el uso de los cauterios y cáuteres, ya del contacto con la sangre y otros líquidos orgánicos llevados á la ebullicion. Imagináronse varios procedimientos; el más sencillo y eficaz, cuando pueda practicarse, es el que le ví al Dr. *Byrne*, de Brooklyn, y consiste en llenar, previa colocacion de la ligadura, toda la cavidad de esponjas pequeñas, bien exprimidas y enfriadas en hielo.

Los métodos que pueden entrar en competencia con la gálvanocaustica son:

La constriccion linear de Chassaignac de que ya hemos tratado;

La termocáustica de Paquelin. El instrumento por su tamaño, por su rigidez y por el gran calor radiante que despide, no puede emplearse en las cavidades naturales, que son el verdadero terreno de la gálvanocaustica;

La ligadura por el antiguo estilo es de tan difícil aplicacion como el asa candente, no da garantías contra las hemorragias y no permite la remocion instantánea de la parte que interesa, la que en algunas ocasiones es de mucha importancia.

Claro es que el cirujano que no tiene todos los instrumentos á su disposicion, se servirá de la gálvanocaustica para fines que tambien con otros instrumentos podrian conseguirse ó que operará con otro instrumento en algun caso, donde mejor estaria indicada la electrocáustica.

Para formular las indicaciones del método gálvanocaustico resulta de lo que acabamos de decir, que para la ablacion de tumores en las cavidades naturales como las fosas nasales, la cavidad bucal y faríngea, la laringe (bajo condiciones), el intestino recto, la vagina y el útero; —para la cauterizacion enérgica de estas mismas cavidades— la gálvanocaustica no tiene rival, y su terreno, si es limitado, tambien es incontrastable.

INDICE

Las láminas corresponden á las páginas 41, 42 y 43.